

PROYECTO FINAL DE CARRERA

TITULO: Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

AUTORES: David Martínez Rodríguez
Pedro Galán Ponce

TITULACIÓN: Ingeniería Técnica Industrial, Especialidad Mecánica.

DIRECTOR: Juan José Aliau Pons

DEPARTAMENTO: 717–EGE– Departamento de Expresión Gráfica en la Ingeniería.

FECHA: 28 de Junio del 2010

TITULO: Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

APELLIDOS: Martínez Rodríguez

NOMBRE: David

APELLIDOS: Galán Ponce

NOMBRE: Pedro

TITULACIÓN: Ingeniería Técnica Industrial

ESPECIALIDAD: Mecánica

PLA: 95

DIRECTOR: Juan José Aliau Pons

DEPARTAMENTO: 717 – EGE – Departamento de Expresión Gráfica en la Ingeniería.

CALIFICACIÓN DEL PFC

TRIBUNAL

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

FECHA DE LECTURA:

Este proyecto tiene en cuenta aspectos medioambientales: ■ Sí □ No

PROYECTO FINAL DE CARRERA

RESUMEN

La innovación, la investigación, el diseño, la aplicación de nuevas tecnologías y la sensibilización con el medio ambiente y la sociedad, es la base de este proyecto, que pretende ofrecer una alternativa a un producto ya existente, dotándolo de un valor añadido.

El desarrollo de este proyecto, ha estado continuamente ligado a una necesidad: la creación y desarrollo de un producto alternativo y que a su vez tuviera un carácter innovador y atractivo, para lo que hemos tenido que hacer un estudio previo de las necesidades del mercado, así como realizar un estudio exhaustivo de las nuevas tecnologías ya existentes, los materiales más sensibilizados con el medio ambiente, así como aportar un diseño atractivo dotando al producto de una ergonomía y estructura acorde a las necesidades del consumidor.

Durante el desarrollo del proyecto, no hemos aproximado al máximo al desarrollo de un producto, desde su primera idea o concepto, hasta su fabricación en serie. De esta manera se ha ido abordando las fases de su desarrollo y obteniendo en cada una de ellas un resultado, que ha ido dotando de un valor añadido al producto, ya sea por su diseño, por su material o por el conjunto de todas las fases, hasta adquirir el producto innovador y sostenible deseado.

Palabras Claves

Catia	Postizo	Hasco	Cámara caliente
SMED	MoldFlow		

ÍNDICE

1. PREFACIO.....	12
1.1. ORIGEN DEL PROYECTO	12
1.2. MOTIVACIONES.....	12
2. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO	13
2.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO	13
2.2. PLIEGO DE CONDICIONES.....	13
3. ESTUDIO E INNOVACIÓN DEL NUEVO PROYECTO	15
3.1. QFD (QUALITY FUNCTION DEVELOPEMENT).....	15
3.1.2 Brainstorming (QFD). (Tormenta de Ideas)	15
3.1.3 Cómo y qué (QFD).	15
3.1.4 Sketch Concept (QFD)	16
3.2. VALORACIÓN Y CONCLUSIONES.....	17
4. SELECCIÓN DE MATERIAL.....	18
4.1. SOLICITACIONES Y PROPIEDADES REQUERIDAS.....	18
4.2. OPCIONES Y CLASIFICACIÓN DE MATERIALES PLÁSTICOS	18
4.2.1 Polietileno (PE).....	18
4.2.2 Polipropileno (PP)	18
4.2.3 Poliestireno (PS)	19
4.2.4 Policloruro de vinilo (PVC)	19
4.2.5 PLA'S.....	19
4.3. RECICLAJE DE LOS PLÁSTICOS	20
4.4. CLASIFICACIÓN SEGÚN SU RECICLAJE	21
4.5. COMPARATIVA DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS.....	22
4.6. MATERIAL SELECCIONADO.....	22
5. DISEÑO TÉCNICO DE LA PIEZA A FABRICAR	23
5.1. INTRODUCCIÓN	23
5.2. GENERALIDADES RESPECTO AL DISEÑO DE LAS PIEZAS.....	23
5.3. CONTRACCIÓN.....	25
5.4. DIRECTRICES PARA EL DISEÑO DE NUESTRA PIEZA DE PLÁSTICO	25
6. ESTEREOLITOGRAFÍA	28
7. SIMULACIÓN Y ANÁLISIS RELÓGICO: MOLDFLOW	30
7.1. MÁQUINA DE INYECCIÓN.....	30
7.1.1 Selección de la Máquina de Inyección.....	30
7.1.2 Parámetros necesarios para la selección de la máquina de inyección	30
7.2. SISTEMA DE INYECCIÓN.....	31
7.2.1 Unidad de cierre	32
7.2.2 Unidad de inyección	32

7.2.3	La unidad de potencia	33
7.2.3.1	Sistema de motor eléctrico con unidad reductora de engranajes	33
7.2.3.2	Sistema hidráulico	33
7.2.4	La unidad de control	33
7.3.	EL CICLO DE INYECCIÓN	33
7.3.1	Cierre del molde	34
7.3.2	Acercamiento de la unidad de inyección	34
7.3.3	Inyección de material	34
7.3.4	Presión de sostenimiento	34
7.3.5	Plastificación	35
7.3.6	Apertura	35
7.3.7	Cierre del molde	36
7.4.	DURACIÓN DEL CICLO DE INYECCIÓN Y POTENCIA REQUERIDA	36
7.4.1	Rentabilidad de la producción	36
7.4.1.1	Tiempo de vacío	37
7.4.1.2	Tiempo de inyección	37
7.4.1.3	Tiempo de compactación	37
7.4.1.4	Tiempo de solidificación	37
7.5.	ANÁLISIS DE LLENAO Y COMPACTACIÓN	38
7.5.1	Introducción	38
7.5.2	Metodología	39
7.5.2.1	Modelado y mayado	39
7.5.2.2	Material	40
7.5.3	Análisis de llenado y análisis de compactación	40
7.5.3.1	Objetivo y utilidad del análisis	40
7.5.3.2	Condiciones de contorno	40
7.5.3.3	Análisis de resultados	40
7.5.3.3.1	Tiempo de llenado	40
7.5.3.3.2	Presión	42
7.5.3.3.3	Temperatura del frente de flujo	43
7.5.3.3.4	Líneas de unión	43
7.5.3.3.5	Atrapamiento de aire	44
7.5.3.3.6	Conclusiones	44
7.6.	DISEÑO Y CALCULOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACION	44
7.6.1	Generalidades	44
7.6.2	Estrategias del sistema de refrigeración	45
7.6.3	Cálculos de diseño de la refrigeración mediante balance térmico del sistema	46
7.6.3.1	Cálculos de diseño de la refrigeración mediante balance térmico del sistema	47
7.6.3.2	Balance térmico en el molde	49
7.6.3.3	Cálculo del caudal de refrigerante	51

7.6.3.4 Cálculo del diámetro del canal de refrigeración	52
7.6.3.5 Posicionamiento del circuito de refrigeración.....	53
8. ANTEPROYECTO: DISEÑO CONCEPTUAL E INGENIERÍA DEL MOLDE	54
8.1. CÁLCULOS PREVIOS AL PROCESO DE INYECCIÓN	54
8.1.1 Número de cavidades	54
8.1.2 Fuerza de cierre	54
8.2. SISTEMA DE INYECCIÓN.....	54
8.2.1. Sistema de cámara caliente.....	54
8.3. NUEVA TECNOLOGÍA DE DESMOLDEO	56
8.3.1 Sistema de desenroscados	57
8.3.2 Sistema de desmoldeo por Eje Helicoidal.....	58
8.3.2.1 Componentes	58
8.3.2.2 Funcionamiento mecánico y transmisión de movimientos.....	60
8.3.2.2.1 Secuencia del sistema mecánico	61
8.3.3 Sistema de expulsión por placa	63
8.3.3.1 Componentes	64
8.3.3.2 Selección y dimensionado del sistema	65
8.3.3.3 Montaje en molde.....	66
8.3.3.4 Funcionamiento mecánico y secuencia de movimientos.....	67
8.4. SIMULACIÓN DEL CICLO COMPLETO DE INYECCION, DESMOLDEO Y EXPULSIÓN	68
9. SELECCIÓN DE MATERIALES Y DISEÑO DE MOLDE 3D.....	73
9.1. PORTAMOLDES NORMALIZADO	73
9.2. POSTICERIA.....	76
9.3. TECNICAS DE MEJORA DE PROCESOS SMED	82
10. CALCULOS JUSTIFICATIVOS.....	85
10.1. CALCULOS DEL SISTEMA DE DESMOLDEO MECANICO	85
10.1.1 Pieza a desmoldear.....	85
10.1.2 Cálculo y relación de transmisión sistema eje helicoidal	85
10.1.3 Cálculo y relación de transmisión sistema eje helicoidal	85
10.1.4 Relación de transmisión Eje helicoidal – Rueda dentada	86
10.1.5 Recorrido necesario de apertura de molde.....	86
11. MEMORIA ECONOMICA	88
11.1. Características técnicas	88
11.2. Presupuesto	88
12. VALORACIÓN Y CONCLUSIONES	91
13. AGRADECIMIENTOS.....	92
14. ANEXOS	93
14.1. Anexo 01: Braisntorming Tapón.....	93

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

14.2.	Anexo 02: QFD Tapón	95
14.3.	Anexo 03: Plásticos Reciclaje	97
14.4.	Anexo 04: Plásticos comparativa	99
14.5.	Anexo 05: Ficha técnica SABIC	101
14.6.	Anexo 07: Normalizados	104
14.7.	Anexo 07: Materiales.....	128
15.	BIBLIOGRAFIA	131

1. PREFACIO

1.1. ORIGEN DEL PROYECTO

La innovación, la investigación, el diseño, la aplicación de nuevas tecnologías y la sensibilización con el medio ambiente y la sociedad, es la base de este proyecto, que pretende ofrecer una alternativa a un producto ya existente, dotándolo de un valor añadido.

El desarrollo de este proyecto, ha estado continuamente ligado a una necesidad: la creación y desarrollo de un producto alternativo y que a su vez tuviera un carácter innovador y atractivo, para lo que hemos tenido que hacer un estudio previo de las necesidades del mercado, así como realizar un estudio exhaustivo de las nuevas tecnologías ya existentes, los materiales más sensibilizados con el medio ambiente, así como aportar un diseño atractivo dotando al producto de una ergonomía y estructura acorde a las necesidades del consumidor.

Para obtener un producto de estas características, se ha cuidado hasta el más mínimo detalle, ya sea por su estudio previo de mercado, como su diseño altamente atractivo y funcional.

Durante el desarrollo del proyecto, trataremos de aproximarnos al máximo al desarrollo de un producto, desde su primera idea o concepto, hasta su fabricación en serie. De esta manera iremos abordando las fases de su desarrollo y obteniendo en cada una de ellas un resultado, que nos irá dotando de un valor añadido al producto, ya sea por su diseño, por su material o por el conjunto de todas las fases, hasta adquirir el producto innovador y sostenible deseado.

1.2. MOTIVACIONES

La inquietud, el ingenio y el desarrollo de nuevas ideas que puedan ponerse al servicio de la sociedad, así como un posible nicho de mercado, son las principales motivaciones de este proyecto.

Trataremos de conseguir y ofrecer un desarrollo de un nuevo producto, que a su vez tenga una aplicación real en la sociedad y mercado actual, desarrollando y dotando al producto ese valor añadido que lo diferencie de lo que actualmente ya existe en el mercado.

2. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

2.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Galán & Martínez Ingenieros S.L. , es una empresa que basa su trabajo, en la investigación y desarrollo de nuevos productos, innovadores y sensibilizados con el medio ambiente.

En el presente proyecto, la empresa Aguas de Canyelles S.A., ha confiado en nuestra experiencia en el desarrollo de nuevos productos, el desarrollo e ingeniería, de una alternativa innovadora a lo que habitualmente existe en el mercado.

2.2. PLIEGO DE CONDICIONES

El objetivo de Aguas de Canyelles S.A. es obtener un tapón ergonómico, de diseño atractivo, simple, pero altamente efectivo e indicado especialmente para un sector de la población y del consumidor de agua mineral embotellada.

Aguas de Canyelles S.A. desea orientar este diseño a los consumidores que por distintos motivos, tienen dificultad en abrir y romper el anillo de seguridad de las botellas de agua mineral, como pueden ser ancianos, niños, o consumidores con alguna disminución física que le impida realizar la fuerza necesaria para romper la anilla de seguridad.

A su vez, el diseño ha de ser atractivo, sencillo e innovador. Del mismo modo siguiendo la cultura y los valores de Galán & Martínez Ingenieros S.L., el diseño, materiales así como todo el proceso de desarrollo y producción del producto, debe de estar sensibilizado en la medida de lo posible con el medio ambiente, inyectando así otro valor añadido al nuevo producto.

A continuación definiremos las, condiciones y objetivos que nos marca nuestro cliente para este proyecto.

Objetivo:

- a) Obtener un Prototipo de Tapón ergonómico, innovador y de diseño simple y atractivo.
- b) Indicado para un sector determinado de consumo.
- c) Sensibilizado con el medio ambiente, utilizando en la medida de lo posible, tecnología y materiales lo más sostenibles posible.
- d) Desmarcarse de la competencia, obteniendo así un valor añadido a su producto.

En base a estos objetivos Galán & Martínez Ingenieros S.L., desarrollará el proyecto partiendo desde cero, es decir se responsabilizará de todo el proceso y desarrollo del mismo con el fin de cumplir os objetivos marcados por el cliente.

De este modo Galán & Martínez Ingenieros S.L., marca y define los pasos o hitos a cumplir y desarrollar, con el fin de poder ofrecer a su cliente el producto deseado.

A continuación definiremos, el estudio, investigación y desarrollo de este proyecto con el fin de obtener dicho producto, para ello dividiremos el proyecto en diferentes Fases, bien diferenciadas y estructuradas para su correcto desarrollo.

Fase I. Estudio e Innovación del nuevo producto.

- Productos existentes en el mercado
- Análisis y estudio del consumidor
- Estudio y análisis de posibles alternativas.
- Propuesta. Sketch concepto.
- Diseño Técnico de la pieza de Plástico.
- Estereolitografía.

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

Fase II. Selección de material alternativo y sostenible.

- Solicitaciones y datos técnicos de la pieza.
- Opciones de materiales plásticos en el mercado.
- Material seleccionado.
- Simulación y análisis reológico.

Fase III. Diseño de Molde de inyección.

- Anteproyecto
- Máquina de inyección.
- Sistema de inyección.
- Numero de cavidades de molde.
- Sistema de desmoldeo y expulsión.
- Secuencia de ciclo.

Fase IV. Memoria económica.

- Presupuesto Inicial.
- Análisis de costes del desarrollo y diseño de la pieza.
- Análisis de costes del desarrollo y diseño del molde.
- Productividad de molde.
- Analisis de coste por pieza

3. ESTUDIO E INNOVACIÓN DEL NUEVO PROYECTO

Nuestro estudio se centrará principalmente en la obtención de nuevos diseños y mejoras en el sector de la taponería, concretamente en los tapones de agua mineral. Este estudio de innovación y desarrollo de un nuevo producto, surge ante la necesidad de ofrecer alternativas al consumidor, ya sean de tipo ergonómico, de unos diseños más atractivos o sensibilizados con el medio ambiente.

Para llevar a cabo este estudio y evaluar lo que el consumidor requiere abordaremos las necesidades del consumidor y posteriormente trataremos de obtener, mediante un QFD, la alternativa a desarrollar.

3.1. QFD (QUALITY FUNCTION DEVELOPEMENT)

Gracias a esta metodología, que consiste en estudiar y valorar los productos desde el punto de vista del consumidor, evaluaremos las necesidades que ellos presentan.

El QFD, nos permitirá, obtener la prioridad de las necesidades del consumidor o cliente y encontrar respuestas innovadoras a esas necesidades.

En nuestro caso, se ha localizado un nicho en el mercado, es decir, cierta parte del consumidor presenta dificultades para abrir los tapones de las botellas de agua mineral, en concreto aquellos consumidores que por diferentes motivos no ejercen la fuerza suficiente como para romper el precinto de seguridad.

Ante esta situación, en primer lugar realizamos un "Brainstorming", con el fin de agrupar ideas y orientar el estudio hacia la idea más adecuada.

3.1.2 Brainstorming (QFD). (Tormenta de Ideas)

Esta técnica creativa de obtención de ideas, consiste en la estimulación y aprovechamiento recíproco de las sugerencias de un grupo, aportadas en un espacio de tiempo reducido.

En nuestro caso tenemos que dar ideas, de como mejorar la ergonomía y de esta manera facilitar la apertura de los tapones de agua mineral.

Posteriormente, tras agrupar las ideas más adecuadas, las someteremos a estudio, comparando las ideas propuestas y ponderándolas por su importancia, teniendo en cuenta los factores que intervienen, como son: Diseño económico, Diseño atractivo, Gama variada, Económico y medio ambientales.

Tras este estudio podremos definir que aspecto es el que el cliente pone más énfasis y al que le da más valor. (Ver Anexo 01 – Brainstorming)

3.1.3 Cómo y qué (QFD).

Una vez ya tenemos orientado el nuevo producto, tenemos que valorar nuestra situación en el mercado, es decir, donde estamos y donde queremos llegar.

Para situarnos en el mercado y saber que es lo que podemos ofrecer y que es lo que tenemos, analizaremos los requisitos del cliente, y los requisitos que conllevan el diseño y fabricación del producto.

De esta forma conseguiremos ver donde podemos trabajar, y lo que podemos mejorar de nuestro producto, para satisfacer al cliente, mejorando o igualando a nuestra competencia.

Los requisitos del cliente, como antes hemos comentado, van desde el diseño ergonómico, como al coste económico, todas estas ideas las enfrentaremos y las evaluaremos con los procesos y trabajos que podemos ofrecer, teniendo en cuenta el desarrollo del concepto del nuevo producto, su forma, el material y su proceso. (Ver Anexo 02 – QFD)

3.1.4 Sketch Concept (QFD)

Tras la evaluación de todas las opciones que disponemos, y donde podemos mejorar frente a la competencia, nos encontramos con tres puntos donde podemos y debemos de mejorar.

1	Modificar diseño y formas exteriores para un mayor par de apertura.
2	Zonas con más grip
3	Materia prima sostenible y reciclable.

Como vemos en el siguiente "Sketch concept", el diseño debe de ser sencillo, pero a su vez ergonómico y atractivo.

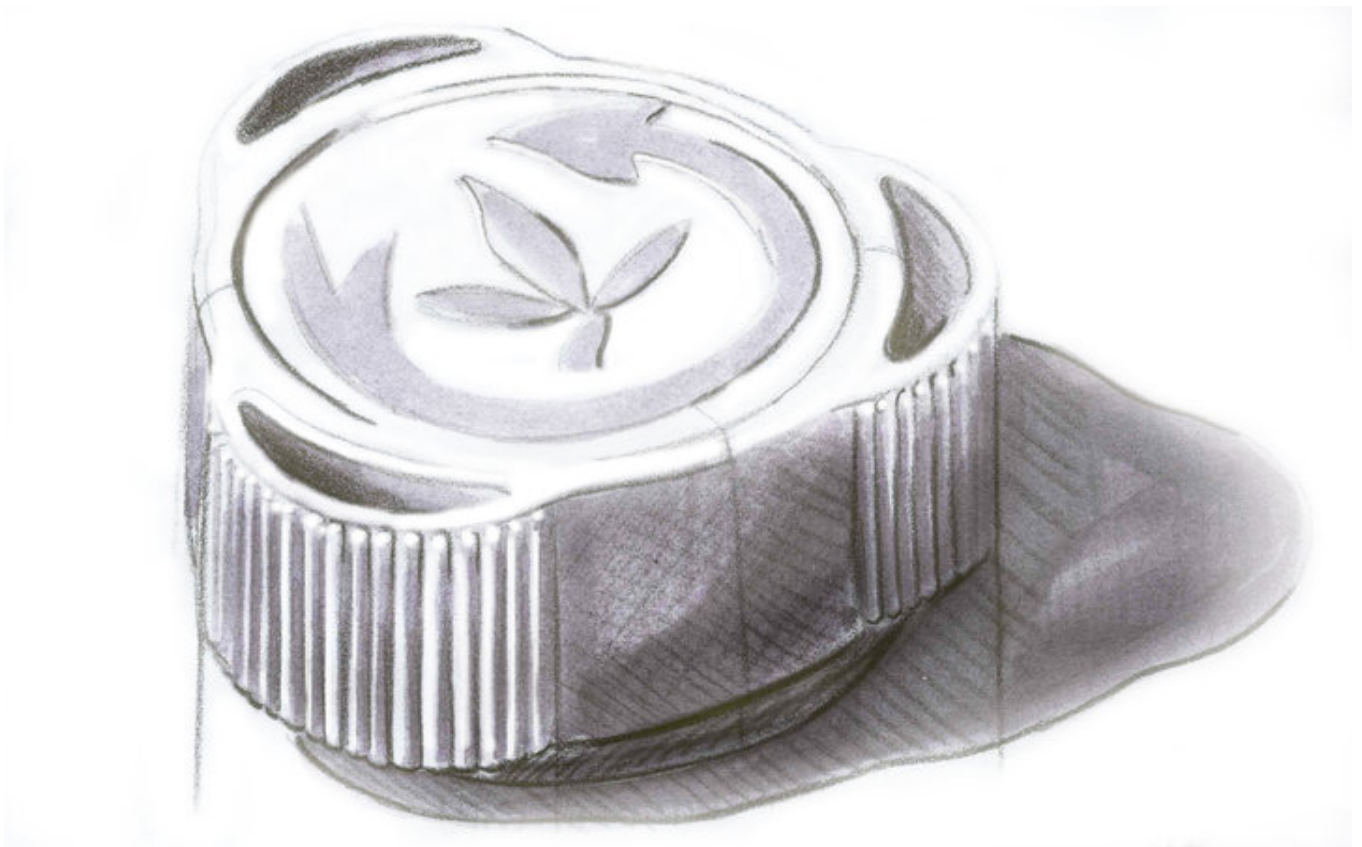


Fig. 3.1. Sketch Concept

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

Como concepto y presentación del nuevo diseño propuesto, tenemos esta serie de bocetos que nos darán una idea del objetivo que perseguimos y el resultado que queremos obtener.

Podemos ver que resulta ser un diseño innovado atractivo y funcional, y de una más que posible aceptación por parte del consumidor.

Gracias a este boceto trataremos diseñar mediante los software de CAD, CATIA v5. un diseño lo más ajustado al boceto propuesto.



Fig. 3.2. Presentación Sketch Concept

3.2. VALORACIÓN Y CONCLUSIONES

Gracias a esta herramienta QFD, hemos podido definir un primer sketch de nuestro producto. Además, hemos localizado diferentes opciones de mejora del producto actual. Estas opciones son las que nos deben de guiar en el desarrollo del nuevo producto, teniendo en cuenta dónde debemos y podemos mejorar.

4. SELECCIÓN DE MATERIAL

Tras el analizar y obtener la propuesta del nuevo diseño del nuevo producto, entraremos dentro de la búsqueda de materiales existentes en el mercado, que cumplan con las exigencias requeridas en las especificaciones técnicas del producto, así como posibles alternativas más sostenibles.

4.1. SOLICITACIONES Y PROPIEDADES REQUERIDAS

El material de la pieza ha inyectar debe de cumplir con una serie de necesidades, que por su aplicación deben de ser cumplidas con solvencia.

Al tratarse de un material en contacto continuo con agua, debe de tratarse de un material resistente a ella así como su resistencia a la degradación por causa de los rayos solares, o como su resistencia mecánica.

Por otro lado debemos de tener en cuenta que andamos en busca de materiales sostenibles y reciclables, sin perder de vista que al mismo tiempo debe de tener un alto índice de fluidez y un punto de fusión acorde con los procesos de inyección actuales.

4.2. OPCIONES Y CLASIFICACIÓN DE MATERIALES PLÁSTICOS

Dentro del gran abanico de posibilidades, definiremos y analizaremos las diferentes alternativas que se nos presentan.

Para una mejor información y asesoramiento, la empresa SABIC, nos facilita de su base de datos, propiedades y aplicaciones de sus materiales.

Por otro lado ante la necesidad de ofrecer una alternativa 100% ecológica y sostenible, contactamos también con NATURE WORKS, empresa especializada en la fabricación de materiales 100% naturales. Entre ellos se encuentran los plásticos derivados del maíz PLA'S.

Con toda esta información, podremos llevar a cabo un correcto análisis y comparación de los diferentes materiales y poder seleccionar cual nos conviene para nuestro producto.

A continuación describiremos los principales materiales plásticos y sus aplicaciones, así como las ventajas o inconvenientes del mismo.

4.2.1 Polietileno (PE)

-Propiedades:

Termoplástico, traslúcido en lámina, flexible, permeable a los hidrocarburos, alcoholes y gases, resistente a los rayos X y los agentes químicos.

Existen dos tipos de polietileno según su densidad:

HDPE (Polietileno de Alta Densidad)

LDPE (Polietileno de Baja Densidad)

-Codificación Internacional:



Fig. 4.1. HDPE



Fig. 4.2. LDPE

-Aplicaciones:

Láminas, bolsas, tuberías, revestimientos aislantes, tapones, tapas, envases, juguetes.

4.2.2 Polipropileno (PP)

-Propiedades:

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

Termoplástico, baja densidad, rigidez elevada, resistente a los rayos X, muy poco permeable al agua, resistente a las temperaturas elevadas (<135 °C) y a los golpes.

-Codificación Internacional:



Fig.4. 3. PP

-Aplicaciones:

Artículos domésticos, envases, carrocerías moldeadas, baterías, parachoques, muebles de jardín, jeringuillas, frascos, prótesis.

4.2.3 Poliestireno (PS)

-Propiedades:

Termoplástico, transparente en lámina, no tóxico por ingestión, buenas propiedades ópticas y eléctricas, fácil de teñir, resistente a los rayos X, a los aceites y a las grasas.

-Codificación Internacional:



Fig. 4.4. PS

-Aplicaciones:

Envases, utensilios de cocina, difusores ópticos, revestimientos de muebles, aislamiento térmico, juguetes, artículos de oficina, maquinillas de afeitar desechables.

4.2.4 Policloruro de vinilo (PVC)

-Propiedades:

Termoplástico, baja densidad, rigidez elevada, resistente a los rayos X, muy poco permeable al agua, resistente a las temperaturas elevadas (<135 °C) y a los golpes.

-Codificación Internacional:



Fig. 4.5. PVC

-Aplicaciones:

Artículos domésticos, envases, aislamiento de cables eléctricos, conducciones de agua, revestimientos de suelos, contraventanas y puertas plegables, maletas, marroquinería, piel sintética, artículos de deporte y camping, industria química y automoción.

4.2.5 PLA'S

-Propiedades:

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

Este biopolímero tiene su origen en el almidón que se extrae del maíz. El almidón es un polímero natural, que se encuentra en los cereales como el maíz y el trigo que son la fuente principal de producción de este biopolímero. Posteriormente los microorganismos lo transforman en ácido láctico, que tiene una estructura molecular similar a los productos de origen petroquímico formándose así el plástico biodegradable llamado PLA.

Los bioplásticos producidos a partir de este polímero tienen la característica de una resina que puede inyectarse, extruirse y termo-formarse.

-Aplicaciones:

El PLA es uno de los plásticos biodegradables actualmente más estudiados, se encuentra disponible en el mercado desde 1990. Es utilizado en la fabricación de botellas transparentes para bebidas frías, bandejas de envasado para alimentos, y otras numerosas aplicaciones.

4.3. RECICLAJE DE LOS PLÁSTICOS

Los plásticos son materiales idóneos para ser reutilizados porque son duraderos, resistentes, lavables etc. La reutilización se utiliza más en los envases industriales y comerciales que en los domésticos. Así en el sector de la distribución la reutilización de los envases de plásticos como cajas, bidones juegan un papel fundamental.

El primer paso para el reciclado es hacer la recogida selectiva de los plásticos, en origen por los todos los consumidores, para ello debemos separar los residuos plásticos del resto de la basura y depositarlos en el contenedor amarillo o contenedor de envases. Posteriormente se clasifican según los colores y se procede a su lavado y compactado.

Una vez recogido y almacenado el plástico se procede a clasificarlo según su composición, este proceso se lleva a cabo en la 'planta de reciclaje según las diferentes características físicas de los plásticos. El mejor sistema para la recogida de plásticos y posterior reciclado se basa en recoger aquellos que sean fáciles de identificar, estén en estado puro.

Se puede realizar de dos maneras: reciclaje mecánico o químico.

- Reciclado mecánico

El plástico recuperado, convenientemente prensado y embalado, llega a la planta de reciclado donde comienza la etapa de regenerado del material:

- Triturado
- Lavado purificación
- Extrusión
- Granceado (aditivación conveniente)

Solamente se pueden reciclar mecánicamente los termoplásticos (PEAD, PP, PET, PS)

- Reciclado químico

Los envases se descomponen por procesos químicos en componentes sencillos que pueden ser utilizados como materias primas para obtener otros productos: aceite, grasas, monómeros, etc.

El reciclado químico puede efectuarse por medio de diversas técnicas: pirolisis, hidrogenación, gasificación y tratamiento con disolvente



Fig. 4.6. Tipo de reciclaje

Actualmente este sería el ciclo continuación ciclo industrial del plástico.

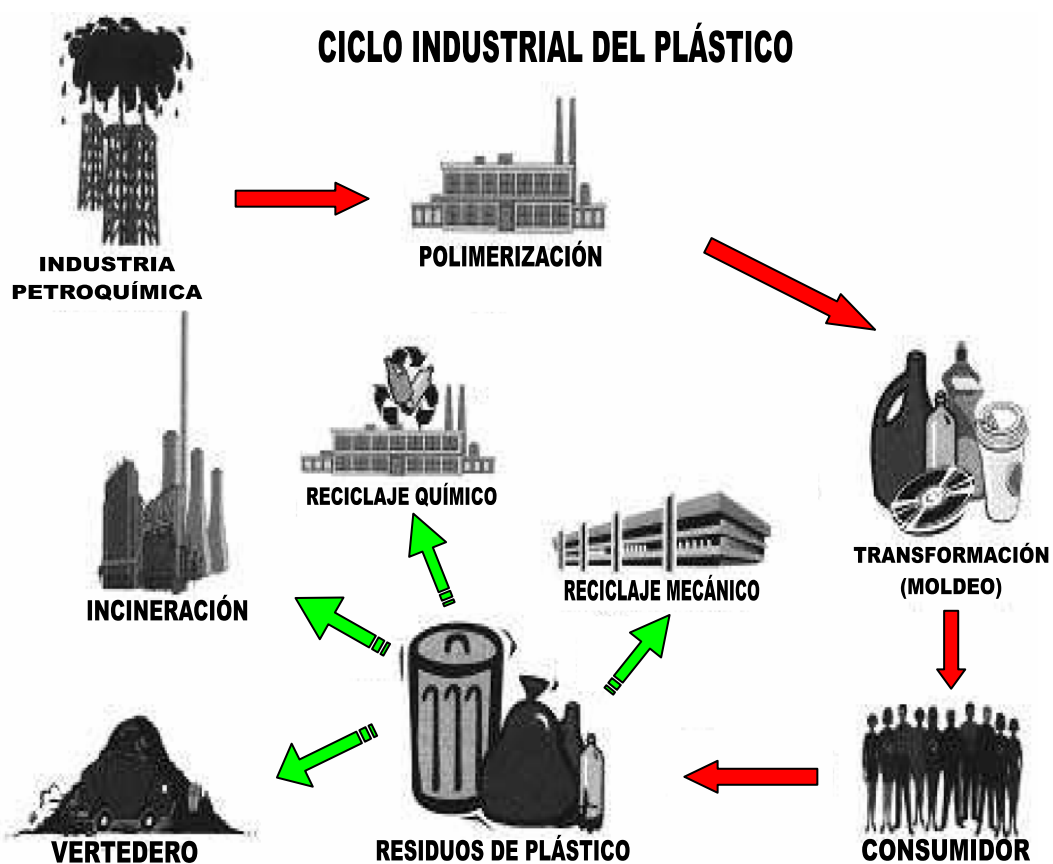


Fig. 4.7. Camino del residuo

Podemos observar, que no el 100% de los plásticos son reciclados, lo que conlleva un impacto ambiental considerable. La aparición de nuevos materiales plásticos biodegradables y la aplicación de una ingeniería de selección de materiales desde el inicio del desarrollo de un nuevo producto, resulta fundamental para completar un ciclo industrial 100% sostenible.

4.4. CLASIFICACIÓN SEGÚN SU RECICLAJE

Algunos plásticos, por sus características y composición son más reciclables que otros, en la siguiente tabla he clasificado estos materiales según su índice de reciclaje. De esta manera podremos evaluar también esta característica a la hora de seleccionar el material a

inyectar. (ver Anexo 03 – Plásticos Comparativa)

4.5. COMPARATIVA DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS

Para una correcta selección del material a inyectar, compararemos sus características, de tal modo que podremos evaluar el material seleccionado según nuestras prioridades y requisitos deseados. Para ello utilizaremos una tabla comparativa donde enfrentaremos las propiedades de las opciones que tenemos.
(ver Anexo 04 – Plásticos Comparativa)

4.6. MATERIAL SELECCIONADO

Tras el resultado obtenido mediante la tabla comparativa de materiales plásticos, claramente nos decantaremos por el Polietileno de Alta densidad (HDPE), ya que por sus propiedades y aplicaciones, es el material que más se ajusta a nuestro producto.

Para la selección de la variedad de polietileno que más nos conviene para nuestra aplicación, nuestro proveedor de material, SABIC, nos ofrece la siguiente referencia.

Polietileno de alta densidad para el moldeo de inyección

Referencia: SABIC HDPE M80064 (Ver Anexo 05 – Ficha técnica SABIC_M80064CO)

Descripción.

SABIC HDPE M80064 tiene propiedades organolépticas controladas que son requeridas, por ejemplo, para tapones de botellas de agua mineral.

Entre sus múltiples propiedades tiene un grado de fácil procesamiento y alta rigidez. Este grado está desarrollado especialmente para la producción de tapones de rosca para botellas de PET (agua mineral / bebidas sin gas).

5. DISEÑO TÉCNICO DE LA PIEZA A FABRICAR

5.1. INTRODUCCIÓN

Tras la evaluación y estudio de las necesidades del consumidor, así como la obtención de un concepto claro y definido, nos disponemos a obtener un diseño técnico de la pieza a fabricar. Anteriormente también hemos definido ya cual será el material plástico del producto a desarrollar.

La calidad de una pieza de plástico en base a su idoneidad para la aplicación prevista, la determinan fundamentalmente los siguientes factores.

- Características del material
- Diseño de la pieza
- Transformación del material

Sólo optimizando todos ellos, se obtienen piezas de alta calidad. Por tal motivo, es conveniente que exista una estrecha relación entre la materia prima, el diseñador y el usuario.

En la presente sección del proyecto, nos ocuparemos principalmente del diseño de la pieza de plástico, exponiendo los factores que influyen en el mismo. Si se dejan de tener estos factores, no nos deberá de extrañar que se alteren las dimensiones o el diseño de las piezas.

Para diseñar piezas de acuerdo con los requisitos exigidos de las mismas, se deberán de tener en cuenta todas estas directrices, sin embargo por importantes que sean estas directrices, raramente o, mejor dicho sustituirán a la experiencia.

5.2. GENERALIDADES RESPECTO AL DISEÑO DE LAS PIEZAS

Es muy importante que las dimensiones de una pieza coincidan con las previstas, respetando las tolerancias admisibles que impone la utilización de un plástico. Dichas tolerancias deben de tener en cuenta el coeficiente de dilatación térmica de los plásticos suele ser mayor que el de los materiales metálicos, que la contracción y la post-contracción alteran, en función del tiempo, las dimensiones de las piezas, etc.

Para obtener piezas cuyas deformaciones y tensiones sean mínimas, la presión debe de ser idéntica en cualquier zona de la cavidad del molde, puesto que la contracción de transformación depende de la presión que se alcances en el interior del mismo.

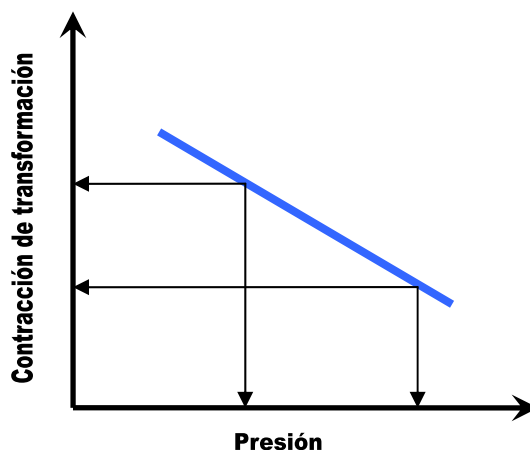


Fig. 5.1. Relación Contracción - Presión

Contracción de transformación en función de la presión interior del molde.

En la siguiente figura podemos ver más claramente la variación de presión ΔV_S a causa de la caída de presión Δp que se produce a lo largo del recorrido del flujo en la cavidad del molde.

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

La relación existente entre la contracción de transformación y temperatura de las paredes del molde impone que esta última sea lo más uniforme posible.

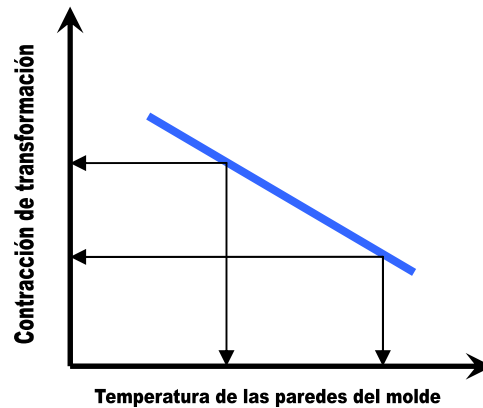


Fig. 5.2. Relación Contracción - Temperatura

Las diferencias de presión Δp dan lugar a diferencias de contracción ΔV_S , que pueden provocar las deformaciones y tensiones internas anteriormente comentadas.

Una aproximación a la pérdida de presión Δp en el interior de la cavidad e un molde se podría describir a través de la Ley de Hagen-Poiseuille:

$$\Delta p \sim \frac{V * L * \eta}{s^4}$$

V: corriente volumétrica de masa en función del tiempo

L: Longitud de recorrido del flujo

η : Viscosidad de la masa $\sim f(u, p, \gamma)$

u: Temperatura

p: Presión

γ : Velocidad de deslizamiento o gradiente de velocidad

s: Espesor de placa

Analizando la ley de Hagen-Poiseuille, podemos afirmar que:

Si aumenta...	La pérdida de presión....
Longitud de recorrido de flujo L	Aumenta
Viscosidad η	Aumenta
Espesor de paredes s	Disminuye

Para reducir al mínimo la pérdida de presión, pueden adoptarse, por ejemplo, las siguientes medidas:

- Utilizar compuestos de moldeo de altísimo índice de fluidez, es decir, de bajísima viscosidad en estado fundido.
- Recurrir a medidas auxiliares que favorezcan el flujo, como ensanchamientos de sección o nervaduras adicionales.

Las paredes de diferente grueso suelen provocar diferencias de contracción y, en ciertas circunstancias,

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

señales superficiales, rechupes, brillos etc... Por ello los cambios de sección no acostumbran a admitirse de manera ilimitada.

Es por eso, que en las fases de diseño de la pieza, diseño del molde hay que prever, en todos los casos modificaciones tales como retoques en el molde, puesto que frecuentemente resulta inevitable que se produzcan en la pieza alteraciones dimensionales o de diseño debido a la contracción.

5.3. CONTRACCIÓN

Para conseguir las dimensiones deseadas en la pieza de plástico inyectada, deberemos de prever la contracción que sufrirá la pieza de plástico después de haber sido inyectada. La variación de temperatura del material plástico inyectado en contacto con la temperatura ambiente, provocará una contracción de la pieza inyectada, que hará variar sus dimensiones. Por este motivo es necesario que en el momento en que ya tenemos definida la pieza con las herramientas CAD 3d, y queramos fabricar el molde de inyección, tengamos que tener en cuenta esta contracción. Para corregir esta contracción la figura de la pieza mecanizada en el punzón y cavidad del molde deberán de tener aplicadas la contracción en sentido inverso.

Mediante las especificaciones técnicas del cliente podremos averiguar la contracción de nuestro material, no obstante de no disponer de dichas especificaciones podríamos averiguar la contracción del material de forma experimental mediante la siguiente fórmula.

$$VS = \left(1 - \frac{L_F}{L_W} \right) \cdot 100[\%]$$

VS (%): Contracción

LF (mm): Dimensiones del molde a 23±2 °C

LW (mm): Dimensiones de la pieza plástica después de 16 horas de su inyección a temperatura ambiente.

En nuestro caso, nuestro proveedor de material, nos ha facilitado la contracción del material. Al tratarse de un material libre de fibras, se ha considerado que la contracción radial y tangencial es la misma.

VS: 1.5%

Por lo tanto, el factor de corrección a aplicar al modelo de pieza mecanizado en cavidad y punzón del molde es el siguiente:

$$\frac{L_w}{L_F} = \frac{1}{1 - \frac{VS}{100}} = \frac{1}{1 - \frac{1.5}{100}} = 1.015$$

5.4. DIRECTRICES PARA EL DISEÑO DE NUESTRA PIEZA DE PLÁSTICO

En este punto, abordaremos las directrices de diseño que nos afectan directamente en el diseño de nuestra pieza de plástico. Existen infinidad de directrices para el diseño de piezas, en cualquier caso comentaremos las más interesantes y relevantes para nuestro diseño.

Para el diseño del tapón, es básico que el espesor sea lo más uniforme posible, así como evitar estrangulamientos que impidan la correcta fluidez de plástico.

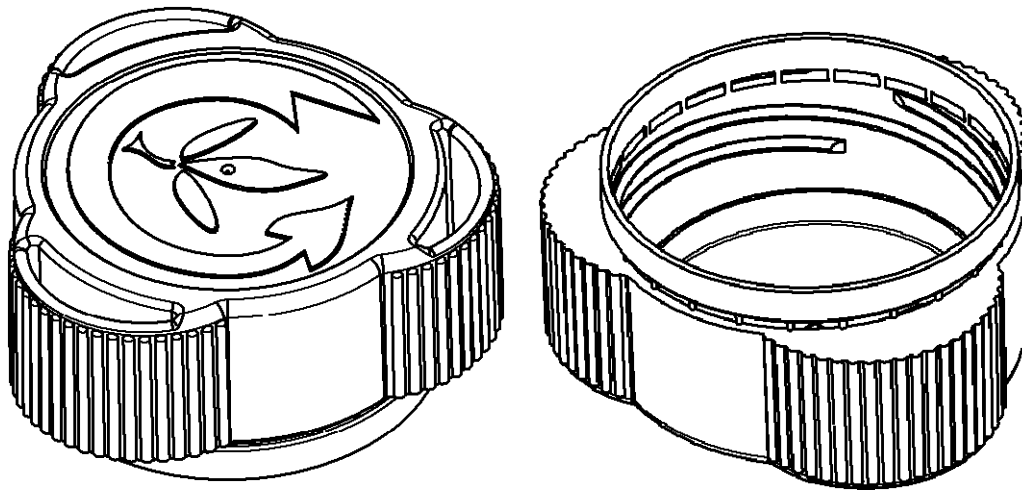


Fig. 5.3. Vista anterior y posterior del tapón.

La pieza ha sido diseñada teniendo en cuenta las premisas del diseño de piezas de plástico, evitando cantos vivos, y tratando de mantener el espesor constante.

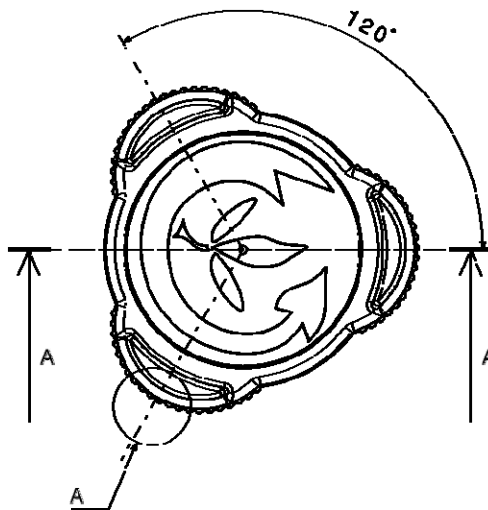


Fig. 5.4. Alzado

En la siguiente sección podemos ver que solución se ha tomado para evitar un el rechupe que se formaría en la cara externa de la pieza.

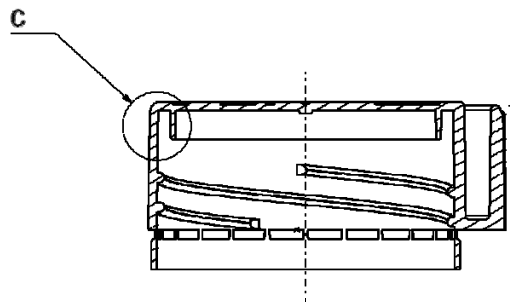
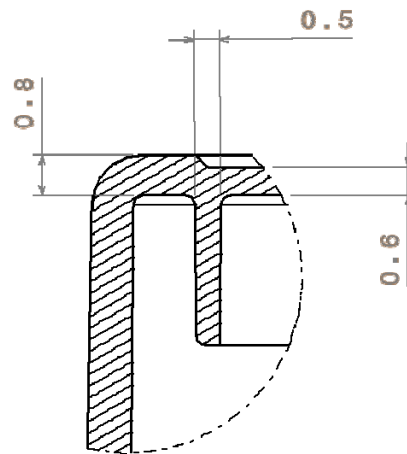


Fig. 5.5. Sección longitudinal

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

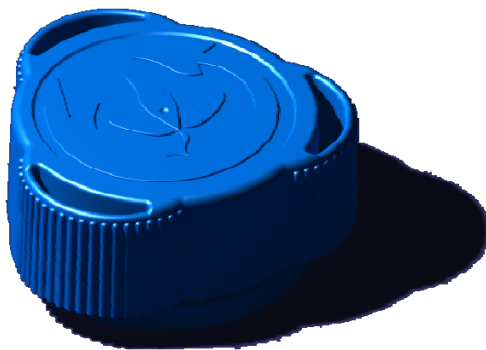
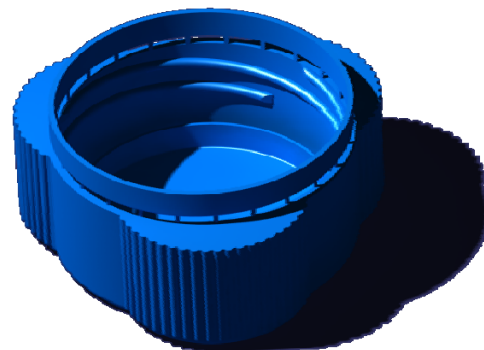
Para la correcta definición del aro que sella herméticamente la botella, la relación de espesor y del aro y el espesor de la cara exterior de la pieza tiene que ser de 1/3.

Detail C*Fig. 5.6. Detalle interior*

Podemos ver que no es posible conseguir esta relación, para evitar dicho rechupe, crearemos un pequeño estrangulamiento en la sección, de este modo el posible rechupe quedará eliminado ya que el material fluirá sin enfrentarse a un cambio brusco de geometría.

De todos modos, para realizar un análisis más exhaustivo de la pieza a inyectar, gracias a los programas de simulación CAE, podemos realizar simulaciones de llenado de piezas, en nuestro caso, utilizaremos el programa de simulación Mold Flow, para evaluar el llenado completo de la pieza inyectada. (ver informe de compactación Análisis Mold Flow)

Finalmente, este es el resultado del diseño asistido por CATIA v.5.

*Fig. 5.6. Vista Isometrica Anterior**Fig. 5.7. Vista posterior del tapón*

6. ESTEREOLITOGRAFÍA

La tecnología de la estereolitografía es una de las técnicas de producción rápida de prototipos más empleada para obtener modelos de plástico, partiendo de la base de un modelo 3d.

Tras analizar el 3d, la pieza se construye desde la zona inferior en un recipiente de polímero líquido que al ser alcanzado por un láser se va endureciendo obteniendo así la forma marcada por el láser.

Este proceso de fabricación de pequeños prototipos, dibuja mediante un láser computerizado la sección inferior en la superficie, este proceso se repite para la sección inmediatamente superior encima de la anterior, de este modo el procedimiento se repite hasta finalizar la pieza.

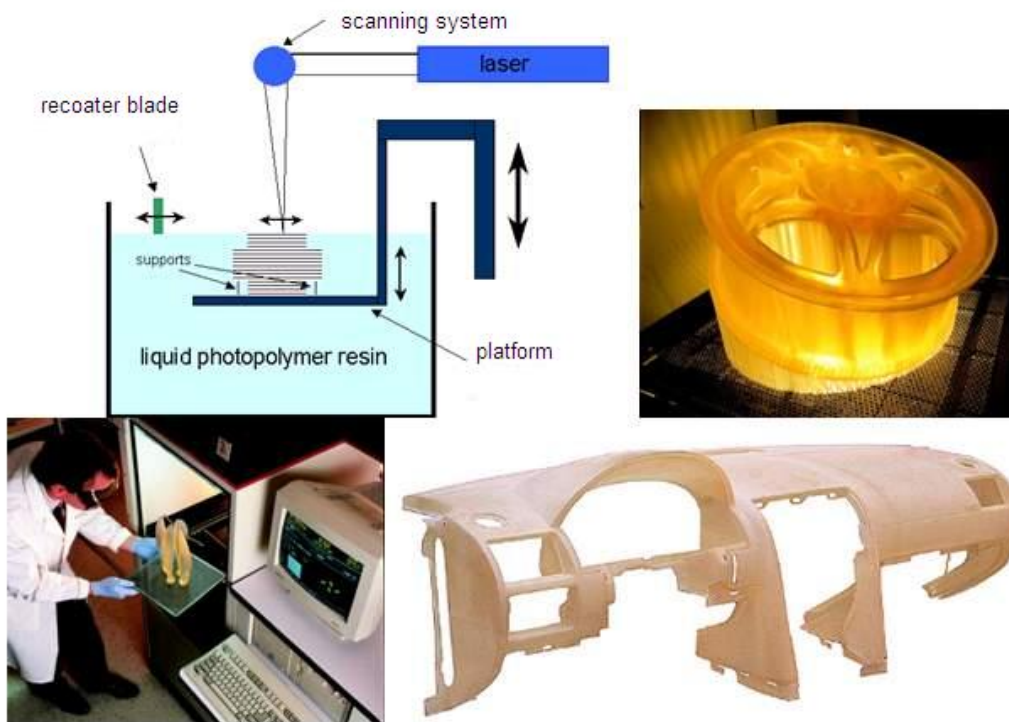


Fig. 6.1. Proceso de estereolitografía

La precisión de este tipo de producción, es más o menos 0,1% (mín. +0.1mm), y los materiales que utilizaremos para esta reproducción nos lo proporcionará desinteresadamente nuestro colaborador ASCAMM, y será un material parecido al PP, que es apto para prototipos funcionales y rígidos.

-Postproceso:

Generalmente no requiere un acabado posterior, pero dependiendo de la orientación de las capas, se obtienen diferentes apariencias, desde un alto brillo hasta una textura áspera.

Con esta tecnología de fabricación rápida de prototipos obtendremos:

- Gran precisión y superficies de gran calidad
- Piezas para pruebas visuales estéticas.
- Pruebas funcionales
- Posibilidad de distintos grados de acabados.
- Diversos materiales.

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

Tras ponernos en contacto con el Centro Tecnológico ASCAMM, y contactar con el departamento de Rapid Prototyping, le enviamos el 3d de nuestro diseño del tapón ergonómico. Tras su fabricación recibimos el prototipo y este es el resultado obtenido.



Fig. 6.2 Prototipo Fabricado mediante Estereolitografía.

El tener la pieza físicamente, nos da una idea del trabajo realizado y podemos evaluar positivamente el resultado obtenido.

Podemos ver que resulta un diseño innovador y funcional, y posiblemente con un gran aceptación por parte del consumidor.

7. SIMULACIÓN Y ANÁLISIS RELÓGICO: MOLDFLOW

7.1. MÁQUINA DE INYECCIÓN

7.1.1 Selección de la Máquina de Inyección

Para la elección de la máquina de inyección hemos estudiado y valorado varias opciones que nos ofrece el mercado; una de las empresas de referencia en el sector de los envases es la empresa HUSKY Injection Molding Systems, la compañía es el mayor proveedor mundial de equipos y servicios de moldeo por inyección para la industria plástica y ofrece una gran variedad de opciones en función de las necesidades.

Para llevar a cabo la inyección de nuestro tapón hallamos los modelos Hylectric.

Descripción de Husky Hylectric:

El modelo Husky Hylectric esta disponible de 100 a 1.100 Tn, a continuación detallamos las características de la máquina.

- Rendimiento
 - Tiempos de ciclo un 15-30% más rápidos que las máquinas de la competencia.
 - Platos Reflex para una mejor utilización de la fuerza con una separación amplia de la columna de unión.
 - Índices altos de plastificación para una mejor capacidad del proceso.
- Fiabilidad
 - Protección del molde mejorada mediante cilindros de carrera del molde de fuerza baja.
 - Los platos Reflex amplían la vida del molde gracias a la distribución uniforme de las fuerzas de cierre.
- Calidad
 - El Control Polaris proporciona un control estricto del proceso para conseguir una alta repetitividad de inyección.
 - El diseño único de la unidad de cierre implica menos encendidos y menos recortes.

7.1.2 Parámetros necesarios para la selección de la máquina de inyección

Ahora nombraremos los parámetros necesarios para dimensionar máquinas de inyección:

- Fuerza de cierre: Fuerza que ejerce el molde al cerrarse, normalmente se proporciona en toneladas.
- Presión: Es la presión máxima que puede impulsar el material a la cavidad del molde.
- Volumen de inyección: Es de material que puede inyectar la máquina en una inyección, se proporciona en $\text{cm}^3/\text{inyección}$.
- Velocidad de inyección: Es la velocidad máxima que se impulsa el material, se proporciona en cm^3/s .
- Capacidad de plastificación: Es la cantidad máxima de material que es capaz de impulsar al molde, se proporciona en kg/h .

Nuestra planta de inyección cuenta con el modelo Husky Hylectric.



Fig. 7.1 Máquina de Inyección Husky Hylelectric.

7.2. SISTEMA DE INYECCIÓN

La máquina de inyección es un equipo diseñado para impulsar un determinado material, preferentemente termoplásticos, e impulsarlo a la cavidad del molde donde adquiere la forma deseada.

La máquina de inyección esta formada de cuatro partes:

- La unidad de cierre
- La unidad de inyección
- La unidad de potencia
- La unidad de control

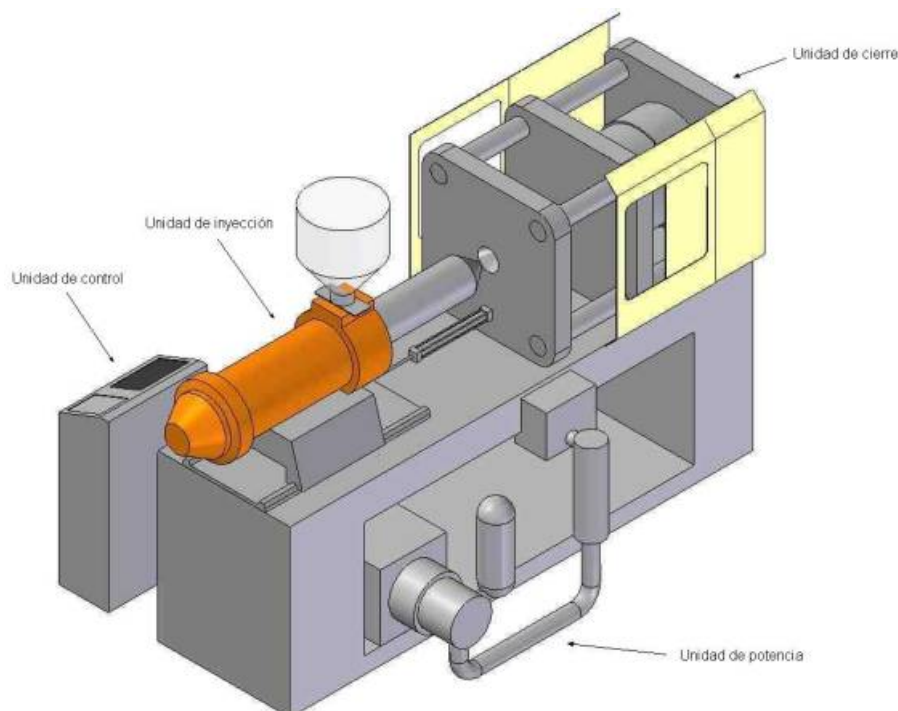


Fig. 7.2. Máquina de inyección

7.2.1 Unidad de cierre

La unidad de cierre esta formada por una prensa, que consiste en dos placas porta-moldes, una fija y otra móvil. La placa móvil puede accionarse mediante un sistema de placas acordadas accionadas hidráulicamente, un cilindro hidráulico o un sistema eléctrico de tornillo sin fin accionado por motor.

Los datos necesarios para el dimensionado de la unidad de cierre son: la fuerza de cierre, que como ya hemos definido anteriormente su valor de da un toneladas, la distancia mínima entre placas, la distancia máxima de apertura, las dimensiones de las placas y las distancia entre columnas y las carrera del sistema de expulsión.

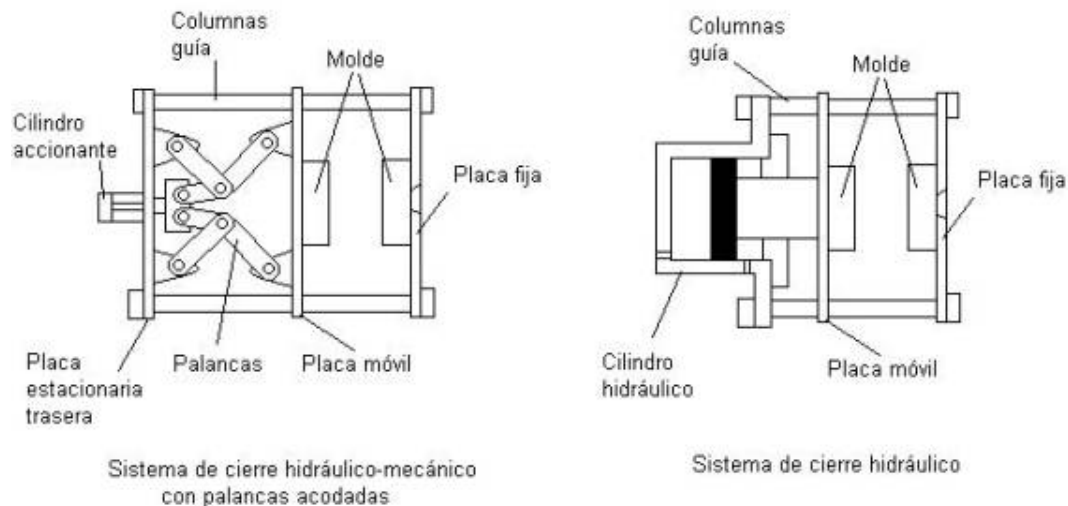


Fig. 7.3. Esquema - Máquina de inyección

7.2.2 Unidad de inyección

Los componentes de la unidad de inyección son: el tornillo y el barril de inyección, las resistencias y la boquilla. Se aboca el material sólido en el barril por medio de la tolva y cae al tornillo, por la rotación del tornillo es trasladado hacia la zona de fusión donde se plastifica. En el proceso de plastificación del material el tornillo gira en el momento de hacer fluir el plástico hacia el molde el tornillo deja de girar y actúa como pistón, empujando el material.

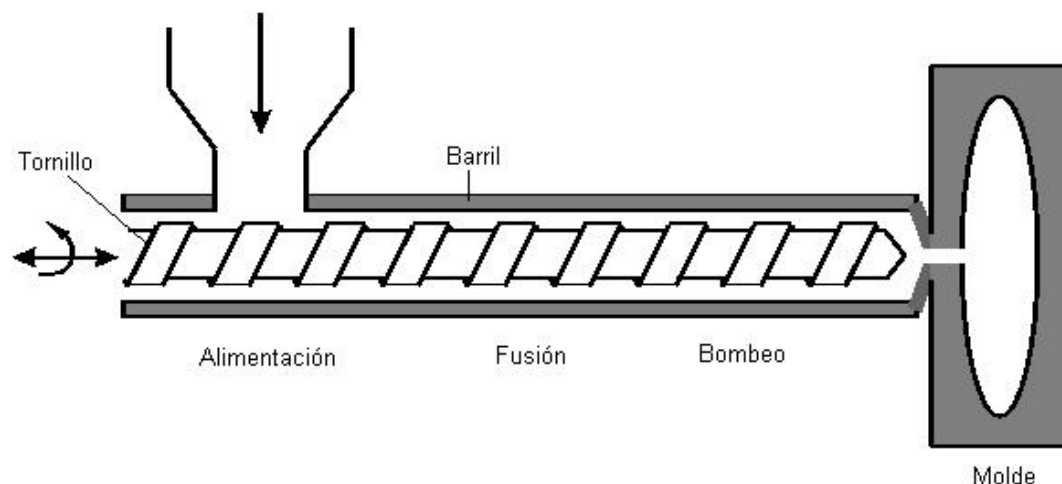


Fig. 7.4. Unidad de inyección

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

La conductividad térmica de los plásticos es menor que la de los metales, así que se debe procesar en capas delgadas y poder hacerse la transferencia de calor lo mas rápida posible y mas económica. Fusionando la capa de material que esta en contacto con el barril,

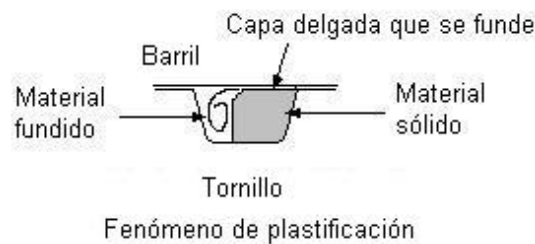


Fig. 7.5. Unidad de inyección

En las máquinas de inyección comerciales sobre un 50% del calor necesario para fundir el plástico lo aporta la fricción viscosa, esta fricción la genera el tornillo al gira dentro del barril; el calor restante lo crean las resistencias eléctricas.

7.2.3 La unidad de potencia

La unidad de potencia es el equipo que aporta la potencia para poner en funcionamiento la unidad de inyección y la unidad de cierre. Los principales tipos son:

7.2.3.1 Sistema de motor eléctrico con unidad reductora de engranajes

El sistema de motor eléctrico es un equipo que se utiliza habitualmente en máquinas de de tamaño mas reducido. Es un sistema que se utiliza para generar el giro del tornillo y abrir y cerrar la máquina de inyección. Cada uno de los dos sistemas es accionado por dos motores eléctricos independientes y dos sistemas de engranajes y palancas. Un cilindro hidráulico produce el accionamiento del tornillo que lleva a cabo la inyección. El inconveniente de este sistema es que la velocidad no puede ajustarse, lo que repercute en la obtención de piezas con calidad constante. El motor eléctrico genera un gran par de arranque de arranque, eso condiciona al tornillo y puede hacer que se rompa, la solución pasa por poner tornillos de mayores de dimensiones.

7.2.3.2 Sistema hidráulico

El sistema de motores hidráulicos son lo más utilizados, se trata de un sistema de fluidos a presión, se hallan pistones para la inyección y otros hacen abrir y cerrar el molde. El fluido normalmente utilizado es el aceite, por sus propiedades, como por ejemplo la lubricación, buena viscosidad y compresibilidad, este tipo de sistemas suelen utilizar presiones que van de 70 a 140 kg/cm². Las ventajas de este sistema hacen que sea más utilizado que el eléctrico, y son:

- Regulación de velocidades
- Arranques y paradas rápidos
- Relación baja de peso-potencia
- Relación del par y la velocidad es lineal

7.2.4 La unidad de control

Se trata de un sistema PLC (Power Line Communications) o controlador lógico programable que permite programar proceso de inyección a la vez que recibe señales de alarma o estado, y controladores PID para controlar la temperatura.

7.3. EL CICLO DE INYECCIÓN

Dividimos el ciclo de inyección en las siguientes fases:

7.3.1 Cierre del molde

El molde vacío se cierra, mientras tanto el plástico fundido está preparado dentro del barril para inyectarse, el molde se cierra con alta velocidad y baja presión, después se reduce la velocidad hasta que las dos partes del molde entran en contacto y seguidamente se aplica presión para obtener la fuerza de cierre necesaria para la inyección de material.

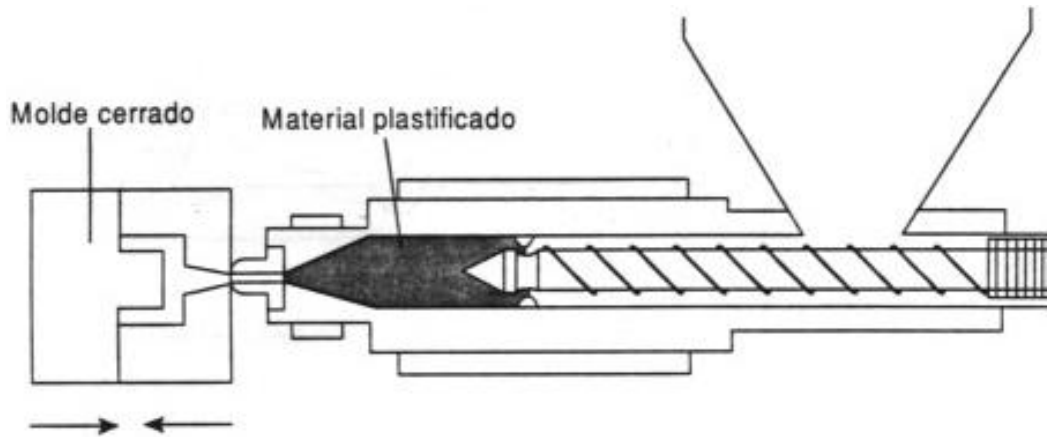


Fig. 7.6. Cierre del molde e inicio de la inyección

7.3.2 Acercamiento de la unidad de inyección

El tornillo actúa como pistón empujando al plástico a través de la boquilla hacia las cavidades del molde con una determinada presión de inyección.

7.3.3 Inyección de material

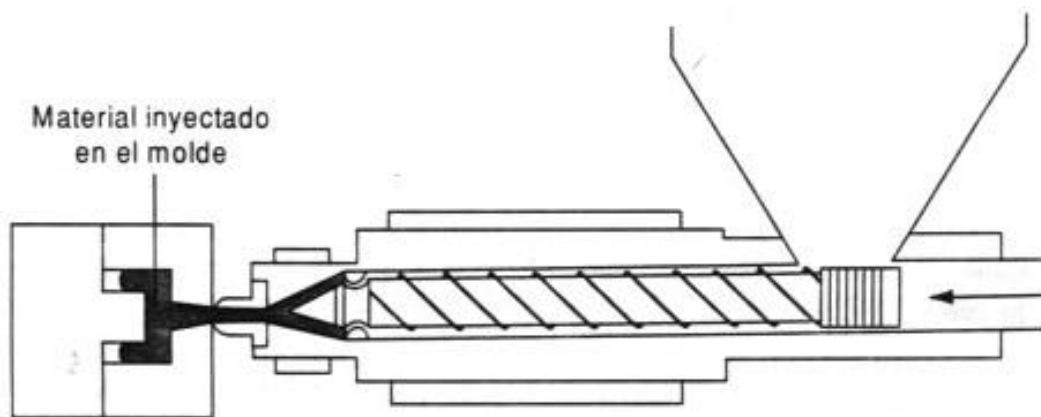


Fig. 7.7. Inyección del material

7.3.4 Presión de sostenimiento

Cuando se termina de inyectar el plástico se mantiene el tornillo en la misma posición aplicando una presión de sostenimiento para contrarrestar la contracción de la pieza durante el enfriamiento y se mantiene hasta que la pieza se solidifica. Esta presión es más pequeña que la presión de inyección.

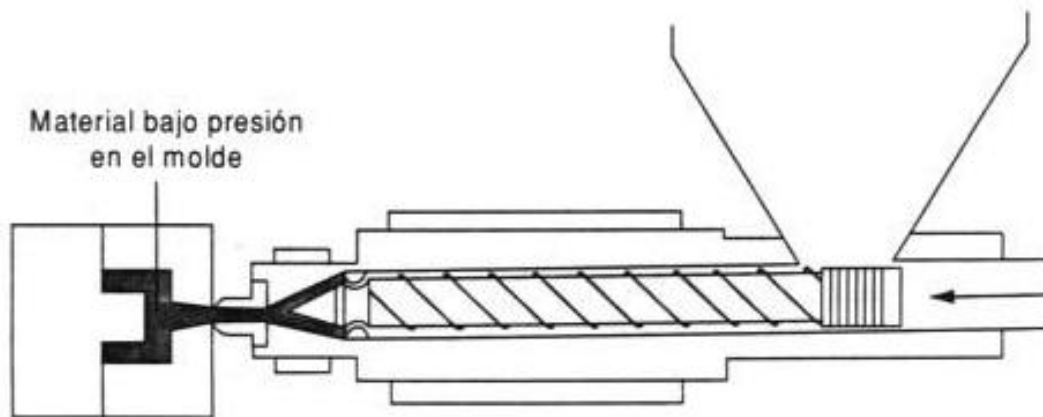


Fig. 7.8. Aplicación de la presión de sostenimiento

7.3.5 Plastificación

El tornillo se retira girando y mueve los gránulos de plástico desde la tolva, los plásticos se plastifican, el material se mueve hacia la parte delantera del tornillo y se crea presión en la boquilla cerrada, haciendo retroceder al tornillo para almacenar el plástico suficiente para la inyección.

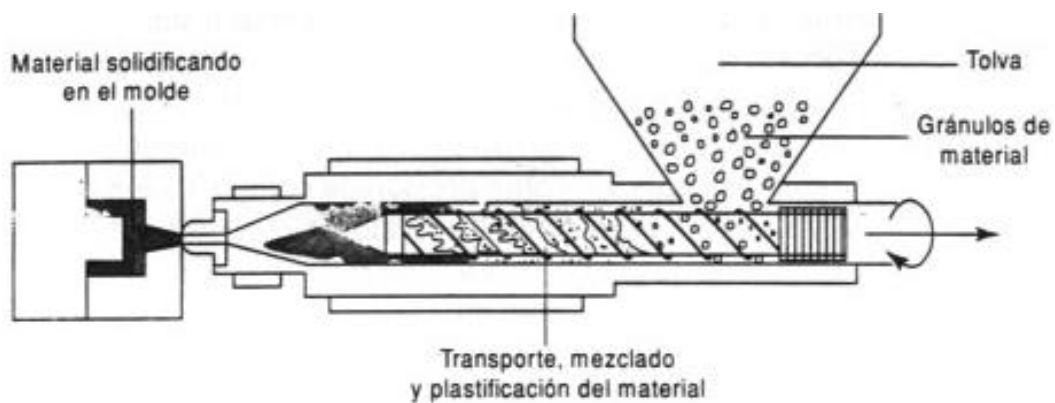


Fig. 7.9. Plastificación del material

7.3.6 Apertura

La pieza se enfría en el interior del molde disipando el calor por la refrigeración instalada. Cuando la pieza es sólida la parte móvil del molde se abre, los expulsores de la parte fija empujan la pieza y cae.

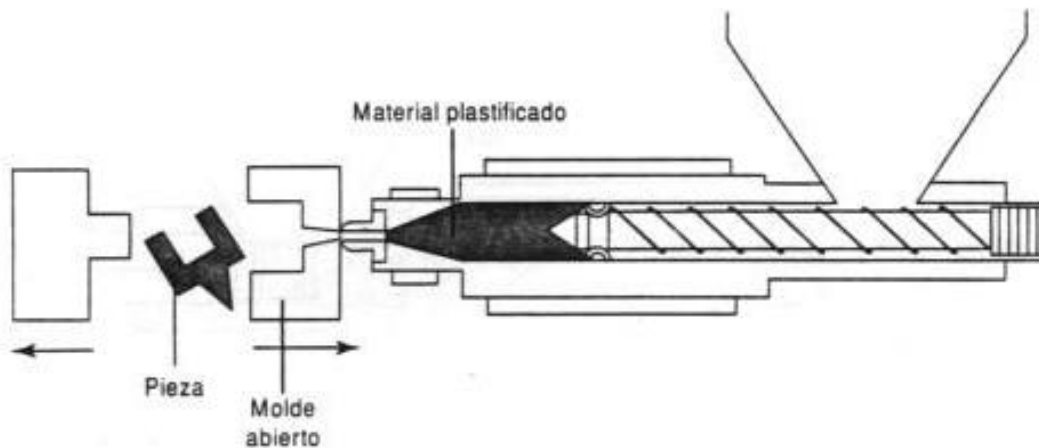


Fig. 7.10. Plastificación del material

7.3.7 Cierre del molde

El molde se cierra y se vuelve a reiniciar el ciclo de inyección.

7.4. DURACIÓN DEL CICLO DE INYECCIÓN Y POTENCIA REQUERIDA

A continuación mostramos la gráfica tiempo/potencia, observamos en todas las etapas del molde que solo necesita la máxima potencia durante un corto periodo de tiempo, que es durante a la inyección, durante presión de sostenimiento y la plastificación también necesita una potencia alta, pero en los demás ciclos la potencia es pequeña.

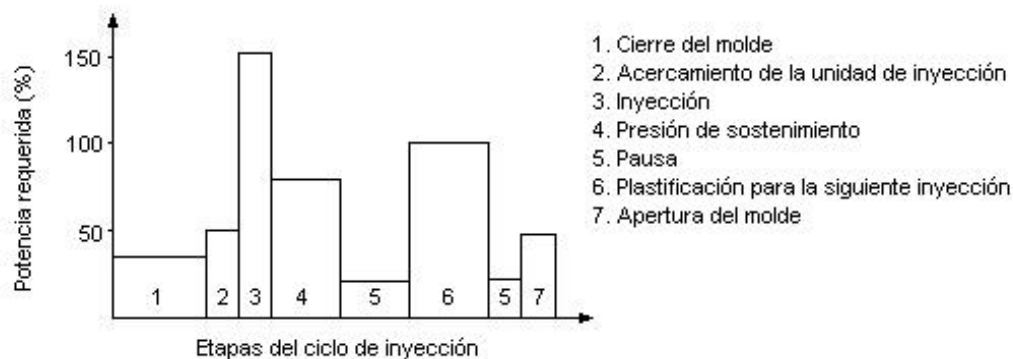


Fig. 7.11. Duración del ciclo de inyección

7.4.1 Rentabilidad de la producción

Con tiempo de ciclo de inyección podemos obtener la rentabilidad de la producción. El tiempo total del ciclo de inyección se compone de la siguiente manera:

t_t = Tiempo total del ciclo de inyección
 t_v = Tiempo en vacío
 t_i = Tiempo de inyección
 t_p = Tiempo de presión
 t_f = Tiempo de plastificación
 t_s = Tiempo de solidificación

$$t_t = t_v + t_i + t_p + t_f + t_s$$

7.4.1.1 Tiempo de vacío

Hay etapas del ciclo que consumen el mismo tiempo, que son la apertura y el cierre de molde, este tiempo nos lo proporciona el fabricante.

7.4.1.2 Tiempo de inyección

Es el tiempo que tarda el material en desplazarse del barril y llenar la cavidad del molde, también es conocido como tiempo de llenado, este tiempo puede abarcar entre el 5% y el 30% del total del ciclo. Para el cálculo es necesario conocer el volumen por segundo que puede inyectar la máquina, se determina así:

$$ti(s) = \frac{\text{Peso de la pieza}(s)}{\text{Velocidad de inyec.}(g/s)}$$

También se puede expresar así:

$$ti(s) = \frac{(S * Fm / Fl)^3}{8 * (Tx - Tm / Tc - Tm)^3}$$

S: Espesor de pared mínimo de la pieza (cm)

Fm: Recorrido máximo del fundido desde la entrada al molde (cm)

Fl: Relación entre el recorrido de flujo y el espesor de pared para el material a inyectar

Tx: Temperatura de distorsión bajo carga, HDT, del material (°C)

Tm: Temperatura del molde (°C)

Tc: Temperatura del fundido (°C)

Se observa en esta expresión que el material se solidifica al entrar en el molde, así se reduce el área de la cavidad, por lo tanto si se aumenta la temperatura del molde el tiempo de llenado será mayor.

7.4.1.3 Tiempo de compactación

En esta etapa del ciclo se contrarresta la contracción que sufre el plástico mientras se solidifica, su principal función es evitar rechupes y desviaciones pronunciadas de la pieza. No existe manera analítica de estimar este tiempo, la manera de estimación es la de prueba y error ayudado en gran parte por la experiencia de los técnicos. No es justificado mantener la presión durante todo el tiempo de solidificación de la pieza, ya que aumentaría el tiempo del ciclo y el gasto de energía.

7.4.1.4 Tiempo de solidificación

En esta etapa la pieza se solidifica, dura desde el final de la aplicación de la presión de sostenimiento y la apertura del molde, a partir de aquí la pieza debe estar sólida y no se deformará, este es el tiempo mas largo del ciclo, entre un 50% y 85% del tiempo total. Para calcular el tiempo de enfriamiento de la pieza se utiliza esta formula:

$$t_s(s) = \frac{-S^2}{2 * \pi * \phi} \ln \left(\frac{\eta * Tx - Tm}{4 * (Tc - Tm)} \right)$$

t_s : Tiempo mínimo de enfriamiento (s)

S: Espesor máximo de la pieza (cm)

η : Difusividad térmica del material (cm²/s)

Tx: Temperatura a la que se extrae la pieza (comúnmente se usa la temperatura de distorsión bajo carga, HDT, °C)

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

T_m : Temperatura del molde ($^{\circ}\text{C}$)

T_c : Temperatura del material fundido ($^{\circ}\text{C}$)

Hay que tener en cuenta que este cálculo es teórico, solo se utiliza de estimación, para determinar el tiempo correcto se deberá examinar la pieza después del ciclo, en función del resultado se podrá acortar o alargar este tiempo.

7.5. ANALISIS DE LLENAO Y COMPACTACIÓN**7.5.1 Introducción**

Para el análisis del llenado y compactación de la pieza utilizaremos la técnica de simulación por ordenador, denominada CAE (*Computer Aided Engineering*). En nuestro estudio el software utilizado se llama Moldflow.

Estos sistemas de simulación por ordenador aplicados al análisis del proceso de inyección de piezas de plástico permiten analizar el comportamiento del ciclo de inyección.

Desarrollaremos un análisis reológico del comportamiento del plástico en el interior de la cavidad del molde. Este estudio nos ayudará a corregir imperfecciones y/o posibles errores en desarrollo de la pieza antes de la fabricación.

1. En primer lugar se realiza un estudio para adaptar el diseño de la pieza a las necesidades deseadas.
2. Posteriormente se confecciona el diseño en CAD.
3. Una vez confeccionado el modelo en CAD se procede a mallar la pieza para obtener un modelo discretizado de elementos simples.
4. El siguiente paso es tratar el modelo con el método de elementos finitos (MEF).
5. Ahora determinamos las variables que determinan las condiciones de contorno para que el programa proceda al cálculo.
6. Finalmente se procede a crear la simulación y los resultados se obtienen mediante un código visual (colores) sobre el modelo diseñado.

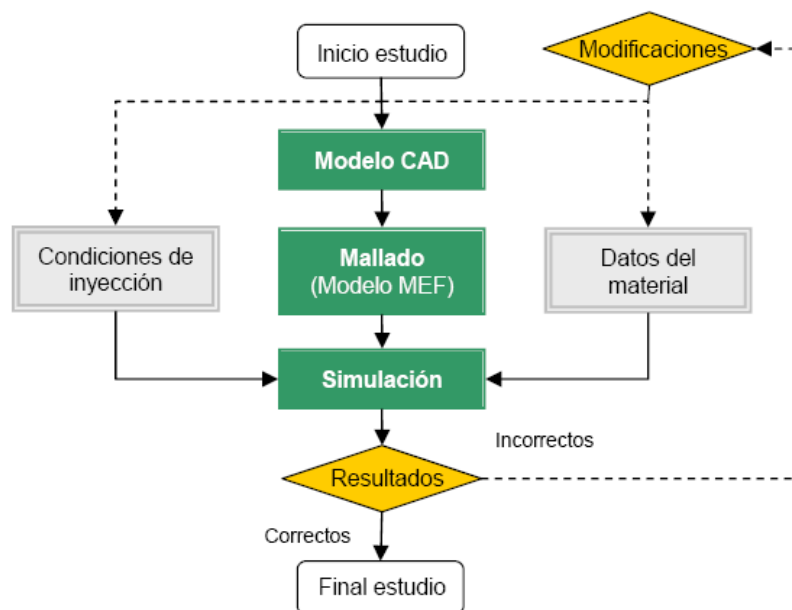


Fig. 7.12. Diagrama de flujo

Las mallas pueden estar formadas por tres tipos de elementos: vigas, triángulos y tetraedros.

Los elementos viga son líneas rectas definidas por dos nodos en los extremos y llevan asociada una sección que determina su geometría.

Los elementos triangulares son elementos planos delimitados por tres nodos. Estos elementos representan la pieza gracias a que se les asigna un espesor, de forma que el programa puede calcular como avanza el plástico por el elemento.

Los elementos tetraédricos son elementos 3D y permiten simular porciones sólidas de la pieza sin necesidad de otras aproximaciones como ocurre con los elementos viga o los elementos triangulares.

En general, las superficies planas se malla en triángulos y las coladas o superficies tubulares como por ejemplo los canales de refrigeración se malla con elementos de dos nodos. Mientras que con los elementos tetraédricos se pueden modelar secciones especiales que no podrían ser simuladas con tanta fiabilidad con elementos de dos nodos.

Los diferentes tipos de elementos resultan en diferentes tipos de mallas (*Fig. 7.13*)

Malla de fibra neutra. En la malla de fibra neutra se malla la superficie equidistante de las dos superficies de la pared, esta superficie se denomina la “fibra neutra”. Para el mallado se utilizan elementos triangulares a los que se les asigna un determinado espesor para representar la pieza.

Malla “fusion”. Es una malla triangular pero por ambas caras del modelo y con interconexiones entre los nodos de ambas caras.

Malla sólida 3D. La malla sólida 3D está formada por tetraedros. Estos tetraedros forman pequeños volúmenes cerrados que al unirse definen la totalidad del sólido.

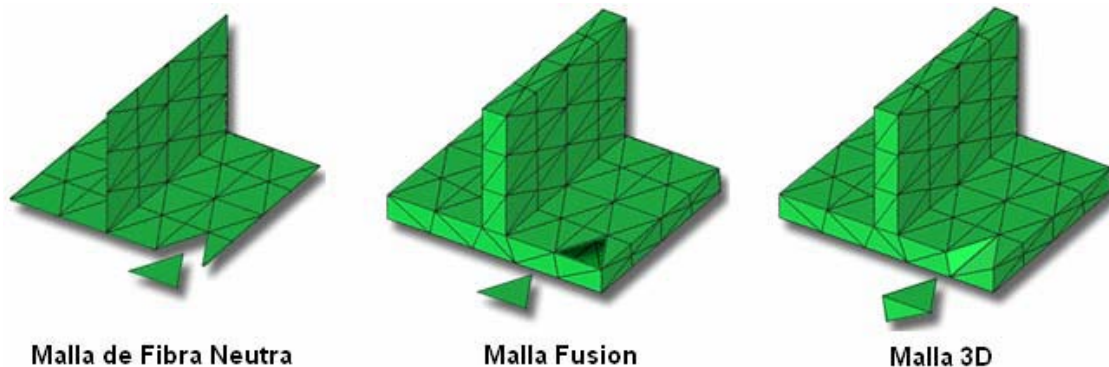


Fig. 7.13. Tipos de mallas

7.5.2 Metodología

7.5.2.1 Modelado y mayado

Se diseña el tapón, a partir del modelo en 3D de la pieza diseñada, se genera el modelo de superficies, posteriormente se simplifica la geometría para facilitar los cálculos posteriores. Seguidamente se importa el modelo al programa de simulación y ejecutamos la herramienta de creación automática de mallas (Figura 6.3.4), nosotros hemos definido una tolerancia de densidad de malla de 0.01 y escogido la malla de fibra neutra ya que el espesor es uniforme. Finalmente determinamos un espesor de 1,2mm.

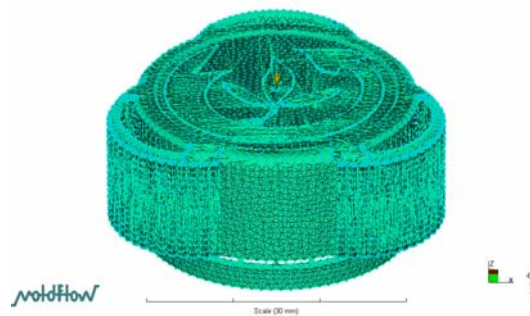


Fig. 7.14. Mallado

7.5.2.2 Material

Una vez elegido el material apropiado según las necesidades descritas en puntos anteriores, introducimos las propiedades del plástico en los parámetros del programa para obtener la simulación de inyección.

La aplicación reúne una base de datos con los plásticos mas utilizados, el plástico seleccionado no se encuentre en dicha base, pero se halla la opción de introducirla manualmente.

Los datos necesarios son: el rango de temperaturas de masa, rango de temperaturas de molde y temperatura de expulsión, temperatura de transición, diagrama de presión-volumen-temperatura y curvas de viscosidad-velocidad de deformación, como el calor específico y la conductividad térmica.

El tipo de plástico seleccionado es: Polietileno de alta densidad, de la empresa SABIC, HDPE M80063CO (Ver Anexo 05 – Ficha técnica SABIC_M80064CO)

7.5.3 Análisis de llenado y análisis de compactación

7.5.3.1 Objetivo y utilidad del análisis

La utilidad del análisis es prever el comportamiento del material durante el proceso de llenado de la pieza, nos permite detectar posibles problemas, evaluar puntos críticos y todo esto antes de la construcción del molde, lo que nos permite corregirlo antes de la fabricación.

Hay que tener en cuenta que antes de este análisis se han calculado y se han diseñado los parámetros de procesos que aseguran la calidad de la pieza. Este análisis procura validar los resultados.

7.5.3.2 Condiciones de contorno

El software necesita varios parámetros de contorno para determinar las posibles soluciones del estudio, incluye: punto de inyección, temperatura de la masa, temperatura del molde, tiempo de inyección y perfil de presión de compactación en función del tiempo.

Se considera que la temperatura del molde es homogénea, mediante la temperatura media del molde, que es de unos 40 °C.

Se considera que la presión de compactación es constante.

7.5.3.3 Análisis de resultados

Procederemos a analizar los resultados que nos ofrece la aplicación.

7.5.3.3.1 Tiempo de llenado

Ilustramos gráficamente el recorrido del plástico por la cavidad, el tiempo de llenado según la simulación es de 0.4587s.

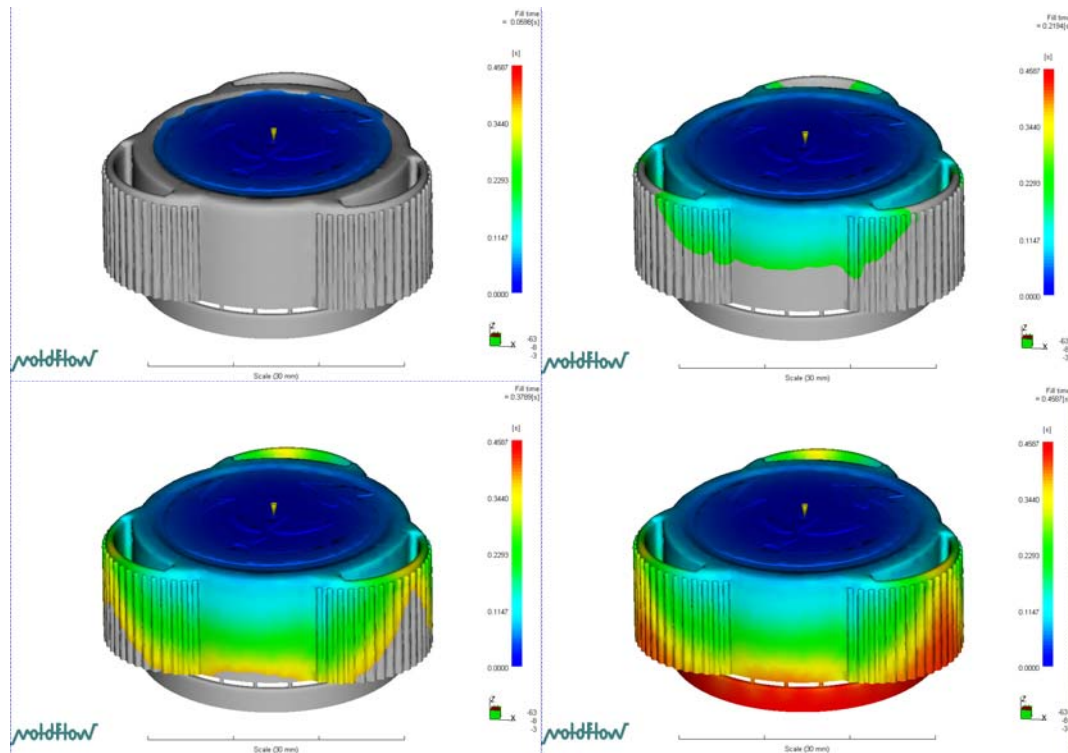


Fig. 7.16. Progreso del plástico en la cavidad

Mostramos como sería el llenado visto desde la parte inferior.

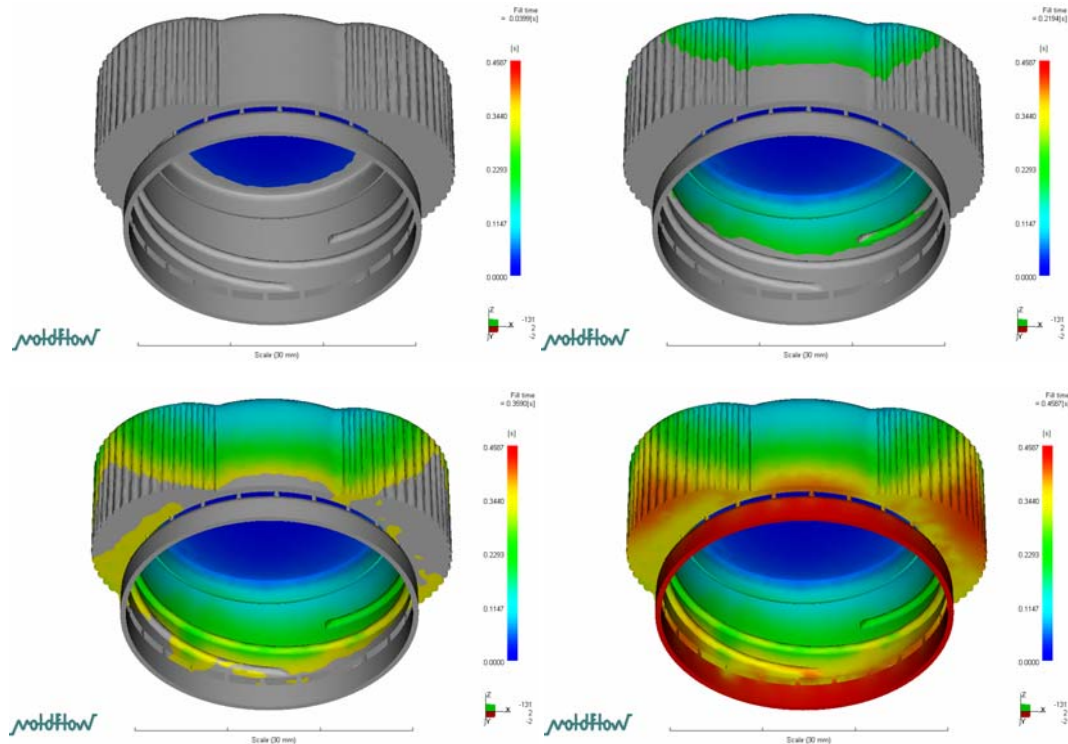


Fig. 7.17. Progreso del plástico en la cavidad, vista trasera

Se debe garantizar que el llenado de la pieza sea uniforme, la forma redonda facilita la distribución homogénea. La forma cilíndrica de la pieza facilita el llenado, aunque se debe prestar especial atención a

los anti-slide.

7.5.3.3.2 Presión

Una vez finalizado el llenado, el plástico al enfriarse se contrae. Para compensar esa contracción se aplica la presión de sostenimiento o presión de compactación. Hay que tener en cuenta que el plástico es un fluido compresible y viscoso no newtoniano, por lo tanto no se reparte la presión en todas las zonas del molde.

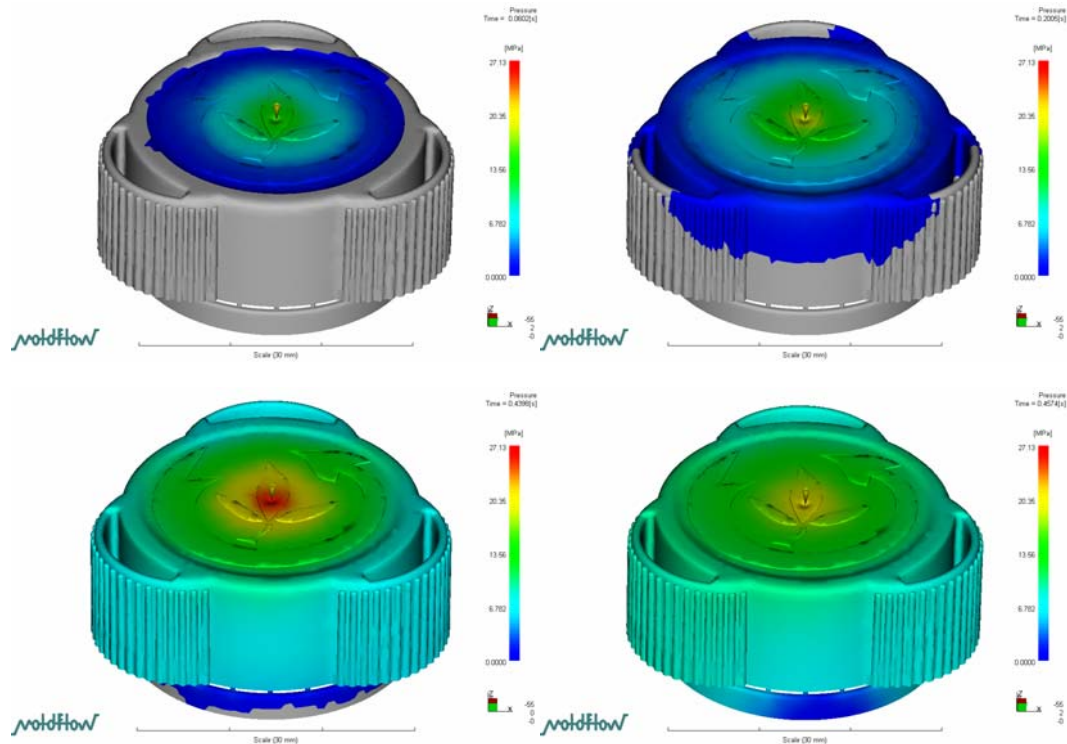


Fig. 7.18. Distribución de presiones en la pieza

Se muestra como la presión varía a lo largo de la inyección. El valor máximo es de 23,16MPa. La presión en el punto de inyección es la siguiente:

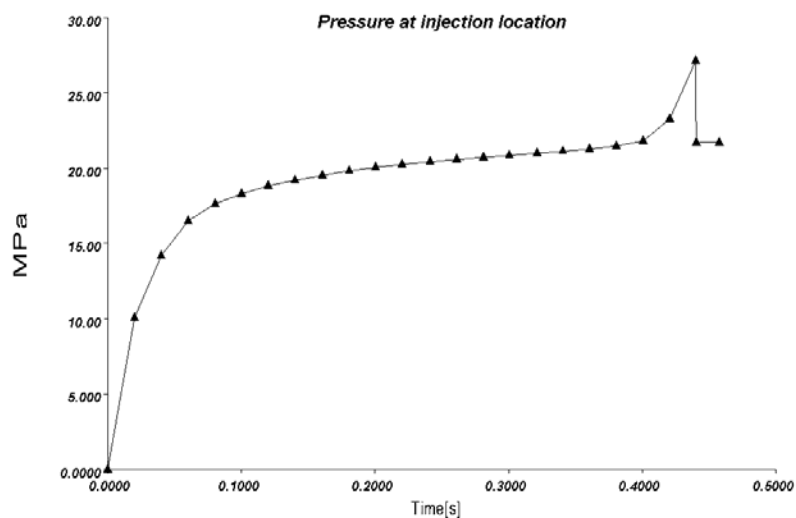


Fig. 7.19. Presión en el punto de inyección

La presión máxima que hace la pieza es de 27,12 MPa, utilizaremos este dato posteriormente para el cálculo de la fuerza de cierre.

Donde:

$$F_c = S * P * 1.2$$

7.5.3.3.3 Temperatura del frente de flujo

El programa nos ofrece la temperatura máxima a la que llega el material en el proceso de inyección, son 250,4°C, el dato esta comprendido entre la temperatura máxima y mínima recomendada para el Polietileno de alta densidad es de 235-310°C.

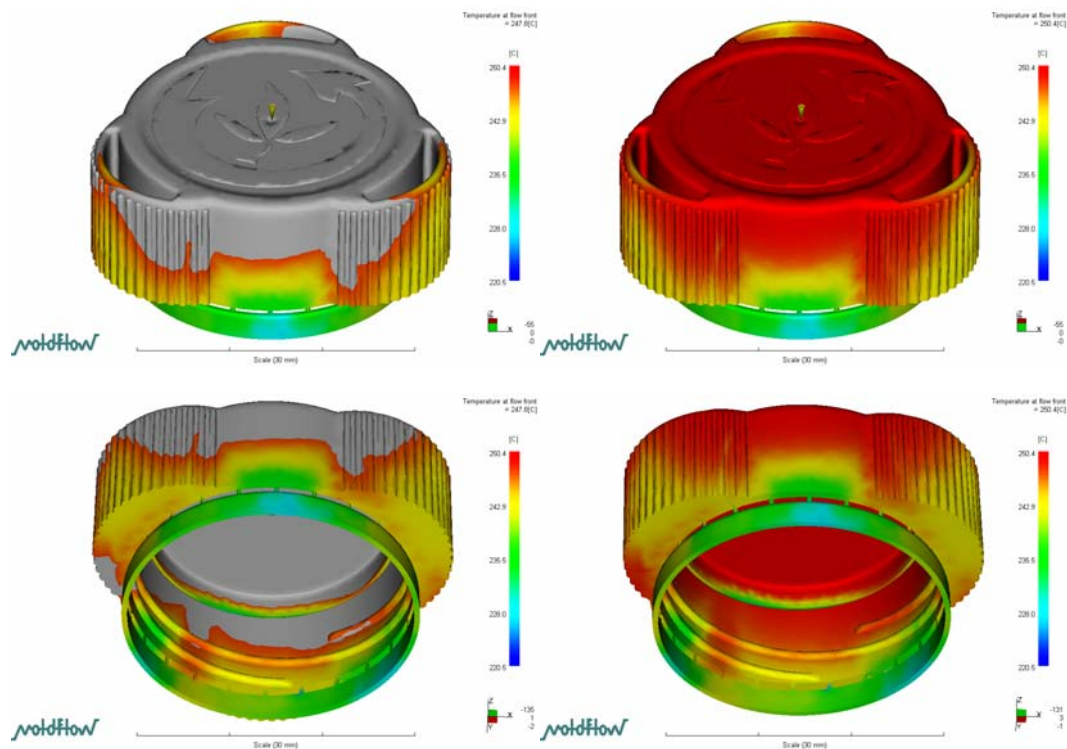


Fig. 7.20. Temperatura del frente de flujo

7.5.3.3.4 Líneas de unión

Mostramos posibles marcas de unión. Las líneas de unión se crean en la pieza cuando se encuentran dos frentes de flujo.

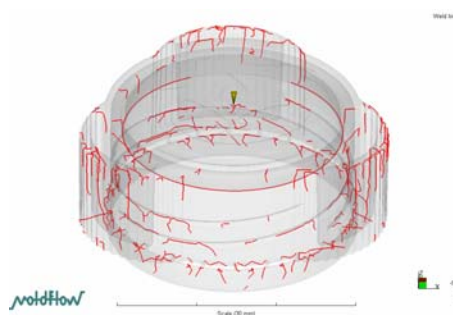


Fig. 7.21. Líneas de unión

7.5.3.3.5 Atrapamiento de aire

El software indica las posibles atrapamientos de aire que pueden quedar en la pieza.

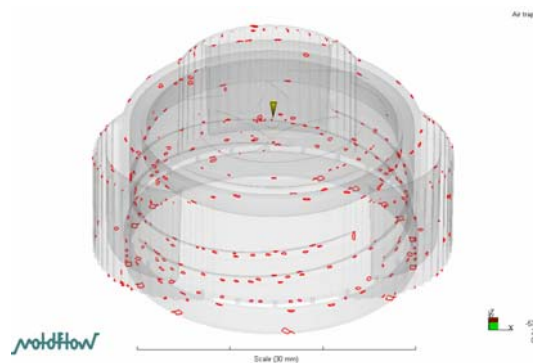


Fig. 7.22. Atrapamiento de aire

7.5.3.3.6 Conclusiones

El llenado de la cavidad está equilibrado.
La temperatura máxima de la pieza está dentro del rango recomendado.
No existirán líneas de unión ni atrapamiento de aire en zonas vistas de la pieza.
Los resultados obtenidos son parecidos a los calculados.

7.6. DISEÑO Y CALCULOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACION

7.6.1 Generalidades

El objetivo de la refrigeración del molde es conseguir una temperatura adecuada para el moldeo. La eficiencia del sistema de refrigeración dependerá de la cantidad de calor se que pueda disipar del plástico en el menor tiempo.

Una temperatura alta en el molde produce menor contracción, pocas tensiones, buena fluidez del material y superficies brillantes, en cambio, un largo periodo de enfriamiento por lo tanto menor rentabilidad del molde. Una temperatura baja en el molde produce menores tiempos de enfriamiento pero piezas con menor calidad, por lo que es importantísimo encontrar un equilibrio de temperaturas adecuadas.

Uno de los objetivos de la refrigeración es reducir el tiempo de enfriamiento conservando la calidad de la pieza.

El enfriamiento debe ser uniforme, se mejora la calidad superficial de la pieza disminuyendo las tensiones residuales que puedan crearse.



Fig. 7.23. Enfriamiento uniforme

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

Puntos a seguir para diseñar el sistema de refrigeración:

- El incremento entre la temperatura de entrada y salida del refrigerante del molde deba oscilar entre 2 y 5°C, en función del tipo de molde debe recomendará un sistema u otro. En el caso de los circuitos en paralelo, el caudal de cada circuito debe estar equilibrado.



Fig. 7.24. Tipos de circuitos de refrigeración

- La diferencia de temperatura entre cavidad y punzón no debe exceder de 20°C, de este modo la velocidad de enfriamiento es la misma y así evitar posibles deformaciones.
- Para un enfriamiento uniforme el número de canales y posicionamiento debe avalar una suficiente y correcta superficie de intercambio.
- El dimensionado será en función del tamaño y/o espesores de la pieza.
- Se deberá tener en cuenta la presión que requiere el circuito, así como el diámetro de los canales. Un punto a tener presente es que una elevada pérdida de carga en el circuito, precisa de un mayor consumo.
- El flujo será turbulento y contra mayor sea el número de Reynolds, mayor coeficiente de transmisión térmica tendrá el refrigerante. A mayor intercambio térmico, menor área de intercambio.

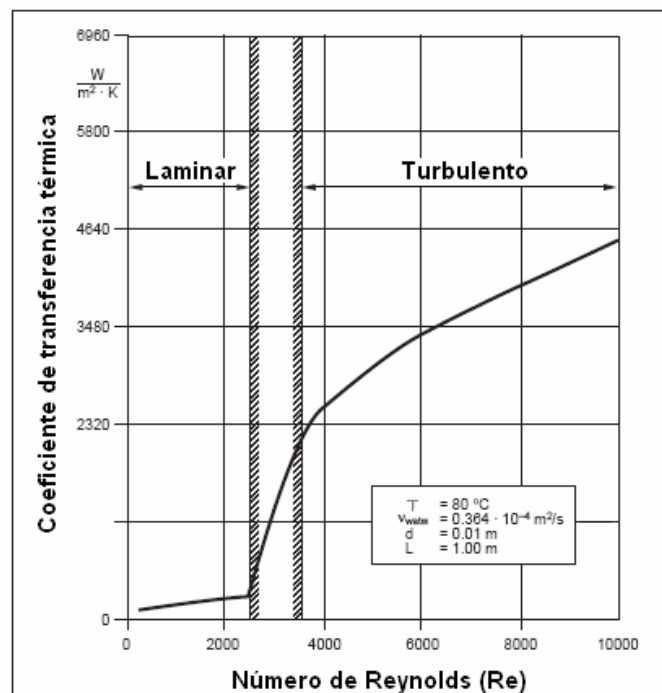


Fig. 7.25. Tipos de circuitos de refrigeración

7.6.2 Estrategias del sistema de refrigeración

Las piezas tienden a contraerse, provocando un encogimiento hacia el punzón. Este aspecto hace que la refrigeración del punzón sea crítica. Para facilitar la refrigeración homogénea de la pieza se eliminan aristas de la pieza.

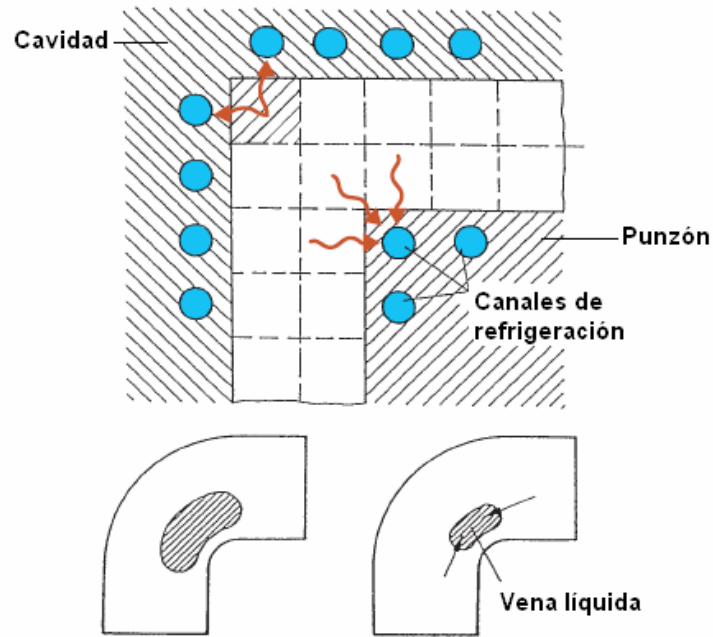


Fig. 7.26. Contracción de la pieza hacia el punzón

Los circuitos de refrigeración mas comúnmente usados son:

Diámetro punzón d (mm)	Descripción	Diseño
≥ 3	Disipación del calor con aire en molde abierto	
≥ 5	Utilización de insertos de cobre para conducir el calor hasta el refrigerante	
≥ 8	Fuente (pozo con tubo interior)	
≥ 40	Canal de refrigeración helicoidal	
≤ 4	Fuente interior y canal helicoidal exterior (doble hélice)	

Fig. 7.27. Tipos de refrigeración

Para la refrigeración del tapón no utilizaremos ninguno de estos métodos debido al pequeño diámetro del tapón, que haría debilitar el punzón debido a las altas presiones, para ayudar a que la refrigeración sea mas se colocará un postizo AMCO-MA, es un postiza normalizado de Hasco hecho de una aleación que facilita la transmisión de calor.

7.6.3 Cálculos de diseño de la refrigeración mediante balance térmico del sistema

Para el análisis térmico del molde se resumen en el siguiente diagrama de flujo:

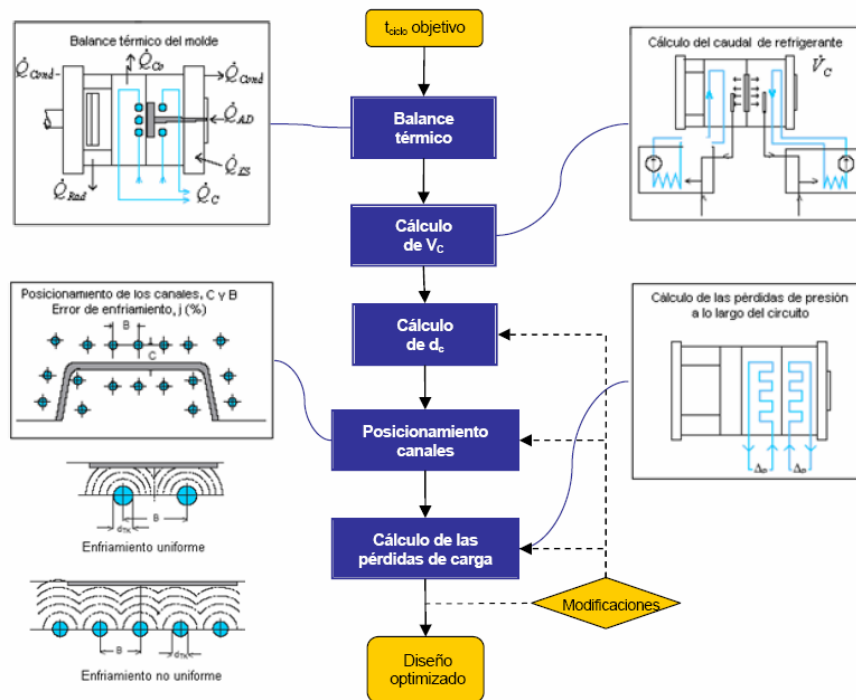


Fig. 7.28. Diagrama de flujo del cálculo de refrigeración

Para abordar los cálculos se han considerado los siguientes parámetros:

- El flujo de calor es unidimensional.
- El proceso de inyección está en estado “casi” estacionario.
- Se consideran valores medios constantes.
- La transmisión de calor se da mayoritariamente por conducción.

7.6.3.1 Cálculos de diseño de la refrigeración mediante balance térmico del sistema

Para el cálculo del tiempo de enfriamiento de la pieza utilizaremos la ecuación diferencial de Fourier, la cual describe la conducción térmica unidimensional en un sistema no estacionario. Aunque la ecuación no tiene en cuenta la geometría de la pieza nos dará un valor muy aproximado. De la cual deducimos que:

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = a \cdot \frac{\Delta^2 T}{\Delta x^2}$$

De donde “a” es:

$$a = \frac{k}{c_p \cdot \rho}$$

Y “t_c” es:

$$t_c = \frac{s^2}{\pi^2 \cdot a} \cdot \ln \left(\frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{T_M - T_W}{T_F - T_W} \right)$$

a: Difusividad térmica del material plástico
 ρ : Densidad del material plástico
 k : Conductividad térmica del material plástico
 c_p : Calor específico del material plástico
 t_c : Tiempo de enfriamiento de la pieza

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

s : Grosor de pared de la pieza

T_E : Temperatura media de desmoldeo de la pieza

T_M : Temperatura de masa del material plástico

T_W : Temperatura media de pared de la cavidad del molde

Para el cálculo de esta ecuación para un espesor medio de la pieza de 0.8mm el tiempo de enfriamiento teórico de la pieza será de 0.97s ~ 1 s. El tiempo puede variar en la realidad porque la formula no tiene en cuenta la geometría de la pieza pero nos da un valor muy aproximado.

Los parámetros que afectan el tiempo de enfriamiento de la pieza son: el espesor, temperatura de desmoldeo, la temperatura del molde y la temperatura del material.

- El espesor de pieza es un parámetro muy importante, ya que si aumenta se multiplicara el tiempo de enfriamiento, dado que es un dato elevado al cuadrado.

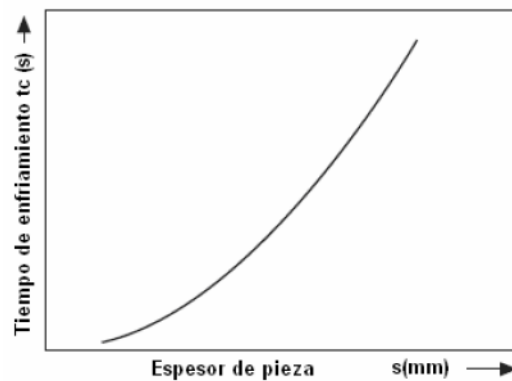


Fig. 7.29. Influencia del espesor de la pieza

- Si aumentamos la temperatura de desmoldeo se reducirá el tiempo de enfriamiento.

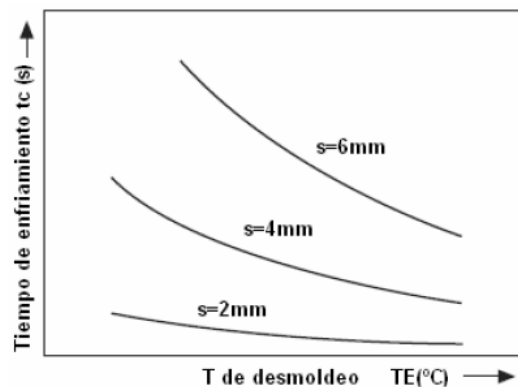


Fig. 7.30. Influencia de la temperatura de desmoldeo

- Si aumenta la temperatura del molde, aumenta el tiempo de enfriamiento.

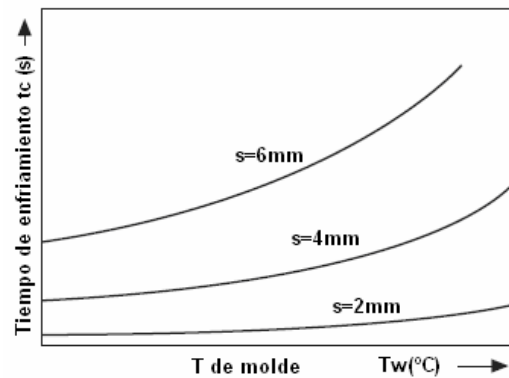


Fig. 7.31. Influencia de la temperatura de molde

- Al aumentar temperatura del material plástico aumenta el tiempo de enfriamiento aunque en un grado mucho menor que el resto de parámetros.

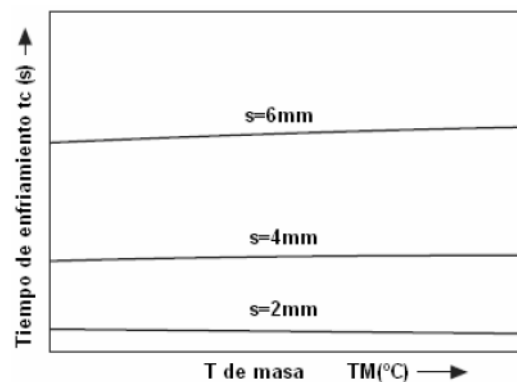


Fig. 7.32. Influencia de la temperatura de masa en el tiempo de enfriamiento

7.6.3.2 Balance térmico en el molde

Se debe establecer la cantidad de calor que debe ser eliminada del molde mediante el sistema de refrigeración para el tiempo de un ciclo. El calor contribuido al molde se considera positivo y el calor eliminado del molde se considera negativo.

Utilizaremos la siguiente fórmula:

$$Q_M + Q_{AD} = Q_C + Q_U$$

Q_M : Calor aportado por el material

Q_U : Intercambio térmico con el ambiente

Q_{AD} : Calor adicional (calor aportado por la cámara caliente)

Q_C : Intercambio térmico con el refrigerante

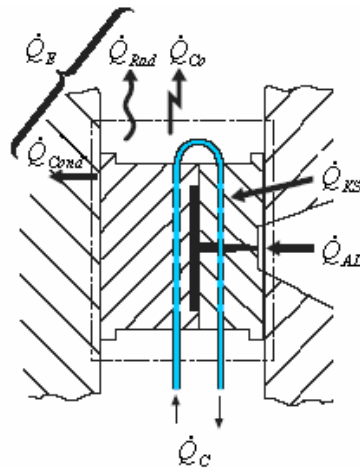


Fig. 7.33. Balance térmico en un molde de inyección

- Calor que se desprende de la pieza.

El calor desprendido de la pieza depende de la masa de la misma y del tipo de material que se inyecta. En estado estacionario, puede considerarse que el calor se distribuye a lo largo de todo el ciclo de inyección, por lo tanto, el flujo de calor puede expresarse como la cantidad de calor dividida entre el tiempo de ciclo.

$$Q_M = \frac{m_M \cdot \Delta h}{t_{\text{ciclo}}}$$

m_M : Masa de material plástico inyectada

Δh : Variación de entalpía entre TM y TE

La variación de entalpía del HDPE entre la temperatura de masa y la temperatura de desmoldeo es aproximadamente de 630.000 J/Kg.

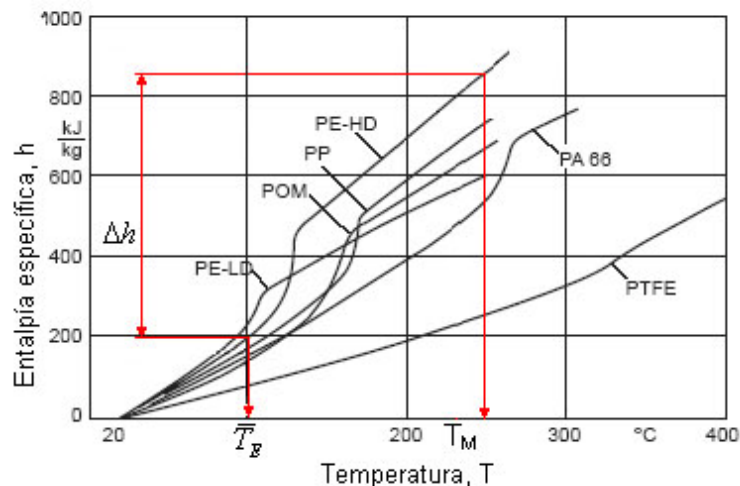


Fig. 7.34. Entalpía específica para algunos termoplásticos semicristalinos

La cantidad de material que se inyecta en un ciclo (13,1g) y el tiempo de ciclo, el flujo de calor aportado por el HDPE en un en un ciclo se estima en 2318 W.

- Intercambio térmico con el ambiente.

La transferencia de calor entre el molde y el ambiente se emite de tres maneras distintas: conducción, convección y radiación.

$$Q_U = Q_{Co} + Q_{Rad} + Q_{Cond}$$

Q_{Co} : Calor disipado por convección

Q_{Rad} : Calor disipado por radiación

Q_{Cond} : Calor disipado por conducción

El calor total intercambiado entre el ambiente y el molde es complicado de medir experimentalmente

El flujo total de calor intercambiado es muy difícil de medir experimentalmente, generalmente se suele menospreciar, para calcularlo se puede hacer a partir de modelos teóricos, exponemos a continuación la manera de calcularlo.

La ley de transferencia térmica de Newton, el flujo de calor disipado al ambiente por convección se expresa:

$$Q_{Co} = \alpha_A \cdot (T_{Mo} - T_U) \cdot \left(A_S + \frac{A_{TR} \cdot t_{off}}{t_{ciclo}} \right)$$

A_S : Área de las paredes laterales del molde

A_{TR} : Línea de partición

α_A : Coeficiente de transferencia de calor hacia el aire (aire en calma: $\alpha \approx 8 \text{ W/m}^2\text{K}$)

T_{Mo} : Temperatura de las paredes externas del molde

T_U : Temperatura ambiente

t_{off} : Tiempo que el molde está abierto

Conocidas las dimensiones del molde (346x346x386mm), se ha calculado de forma aproximada el área de las paredes laterales ($A_S=2.99\text{m}^2$).

La ley de Stefan-Boltzmann, el flujo de calor disipado al ambiente por radiación de expresa:

$$Q_{Rad} = A_S \cdot \varepsilon \cdot C_R \cdot \left[\left(\frac{T_{Mo}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_U}{100} \right)^4 \right]$$

C_R : Constante de radiación (cuerpo negro $\approx 5.77 \text{ W/(m}^2\text{K}^4)$)

ε : Emisividad térmica (0.8 para moldes en producción)

Considerando una emisividad térmica del acero de $4.611 \text{ W/m}^2\text{K}^4$ y aplicando la ecuación anterior, el calor disipado por radiación a través de las paredes del molde se estima en 28 W.

El calor disipado por conducción hacia los platos de la máquina puede calcularse mediante la expresión:

$$Q_{Cond} = A_{CI} \cdot h \cdot (T_{Mo} - T_U)$$

h : Coeficiente de transferencia de calor

A_{CI} : Área de contacto con los platos de cierre

En el caso que se tuviera en cuenta una temperatura exterior del molde de unos 25°C , se y se considera una temperatura ambiente también de unos 25°C , el calor disipada se podría menospreciar.

7.6.3.3 Cálculo del caudal de refrigerante

Para el cálculo del caudal de refrigerante utilizamos la misma formula aislando el intercambio térmico del refrigerante:

$$Q_c = Q_M + Q_{AD} - Q_U$$

Siendo conocidos el calor aportado por el material y el calor disipado hacia el ambiente, menospreciamos el

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

calor aportado por la cámara caliente. El calor a disipar por el refrigerante es de 2318W.

Este calor debe ser absorbido por el refrigerante (agua), mediante los circuitos de refrigeración que rodean la pieza.

Para repartir el calor a disipar repartimos el calor que debe absorber cada canal.

Canal helicoidal: 55%

Canal placa cavidad lado inyección: 15%

Canal placa punzón lado expulsión: 30%

El caudal de refrigerante mínimo necesario para eliminar esta cantidad de calor vendrá determinado por el incremento de temperatura máximo permisible del refrigerante.

$$Q_c = m \cdot c_p \cdot \Delta T$$

De donde deducimos:

$$V = \frac{Q_c}{\rho \cdot c_p \cdot \Delta T}$$

V: Volumen del refrigerante

ρ : Densidad del refrigerante (1000 g/dm³, agua a 20°C)

C_p : Calor específico del refrigerante (4.18 J/g°C, agua a 20°C)

ΔT : Incremento de temperatura del refrigerante

En nuestro caso, fijamos el incremento de temperatura en un máximo de 5°C. El caudal necesario para disipar la cantidad de calor necesaria es de 16,05l/min.

7.6.3.4 Cálculo del diámetro del canal de refrigeración

El circuito de refrigeración esta sometido a pérdidas de presión a lo largo de su entramado de canales, estos parámetros deben de tenerse en cuenta para el diseño del circuito.

$$\Delta P_{Total} = \Delta P_c + \Delta P_k + \Delta P_{juntas}$$

ΔP_c : Pérdidas de carga por fricción

ΔP_k : Pérdidas de carga en curvas

ΔP_{juntas} : Pérdidas de carga en juntas

De donde:

$$\Delta P_c = f_c \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot (v^2)$$

f_c : Factor de fricción en tuberías

ρ : Densidad del refrigerante (~1000 Kg/m³, agua a 20°C)

L: Longitud del circuito de refrigeración

d: Diámetro del canal de refrigeración

v: Velocidad del refrigerante

Y también:

$$f_c = \frac{0.3164}{Re^{1/4}}$$

Para las curvas utilizaremos:

$$\Delta P_K = n \cdot K_c \cdot \frac{\rho}{2} (v)^2$$

n: Número de curvas

K_c : Coeficiente de resistencia ($k_c=0.4$)

Con estas ecuaciones y menospreciando la pérdida de carga de la juntas deducimos la siguiente expresión para el cálculo del diámetro:

$$d = \sqrt[4]{\frac{\rho \cdot V^2 \cdot 16}{\Delta p \cdot 2 \cdot \pi^2} \cdot \left(f_c \cdot \frac{L}{d} + n \cdot K_c \right)}$$

Para una pérdida de carga de 20KPa. El diámetro de los circuitos que refrigera las placas ha de ser de 8mm y para el circuito que circula rodeando las cuatro cavidades de 4mm.

7.6.3.5 Posicionamiento del circuito de refrigeración

El posicionamiento de los canales del circuito de refrigeración es muy importante, para que el enfriamiento de la pieza sea uniforme, la distancia entre centros de canales de refrigeración (B) y la distancia del centro del canal a la pared de la cavidad (C) han de ser pequeñas. En caso de que el diseño sólo permita distancias B elevadas, conviene incrementar la distancia C.

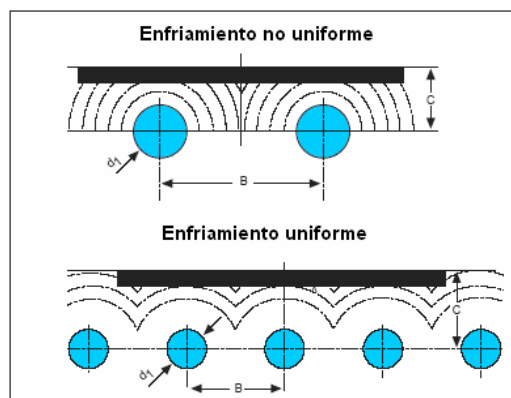


Fig. 7.34. Posicionamiento de los canales de refrigeración

Debido a la resistencia del material, se debe considerar que existen límites en la posición de los canales, ya que debe soportar los grandes esfuerzos a los que está sometido por el proceso de inyección.

8. ANTEPROYECTO: DISEÑO CONCEPTUAL E INGENIERÍA DEL MOLDE

8.1. CÁLCULOS PREVIOS AL PROCESO DE INYECCIÓN

8.1.1 Número de cavidades

Debido a que se trata de un molde para pequeñas series de producción y no para alta producción el número de cavidades lo ajustaremos las a necesidades mecánicas. Debido al sistema de desenroscado, la posición óptima de las cavidades es en círculo rodeando el mecanismo de engranajes, de este modo los rodamientos desenroscan sencillamente sin dañar la pieza. Se decide que el numero de cavidades es 4.

8.1.2 Fuerza de cierre

Para el calculo de la fuerza de cierre utilizaremos la formula antes mencionada en el apartado 7.3.2.3.2.

$$F_c = S * P * 1.2$$

Fc = Fuerza de cierre

S = Área proyectada (según CAD, 0,001m²)

P = Presión del molde (según MoldFlow, 27,12MPa)

Factor de corrección = 1,2

La fuerza de cierra máxima para el molde con 4 cavidades es de 32.54Tn. La fuerza de cierre es proporcional a la superficie de la pieza proyectada, teniendo en cuenta que el molde es de 4 cavidades, la fuerza de cierre necesaria es de 130.18Tn, la fuerza de cierre máxima de la máquina de inyección es de 1.100Tn.

8.2. SISTEMA DE INYECCIÓN

8.2.1. Sistema de cámara caliente

Para la selección de la cámara caliente, confiaremos en el principal fabricante mundial de estos sistemas de inyección THERMOPLAY.

THERMOPLAY optimiza cada sistema de canal caliente mediante rigurosas directrices de diseño y la aplicación de herramientas innovadoras de ingeniería que garantizan un funcionamiento fiable y un rendimiento de nivel superior.

En cada cámara caliente se efectúa un análisis de flujo del material fundido para establecer el tamaño del canal de material fundido y los cambios de nivel y así confirmar la distribución uniforme del material fundido para cada boquilla. Un índice de cizallamiento, tiempo de residencia y salida de presión del sistema optimizado, proporcionan un llenado equilibrado de la pieza y reducen el riesgo de daño en los materiales.

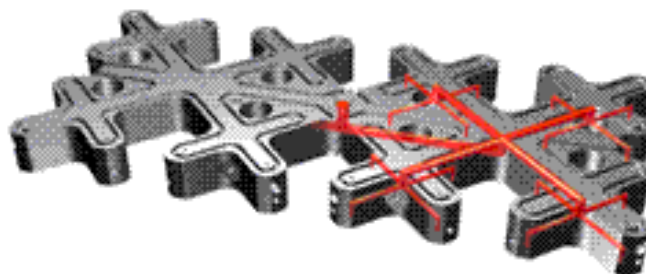


Fig. 8.1. Sistema de Cámara caliente

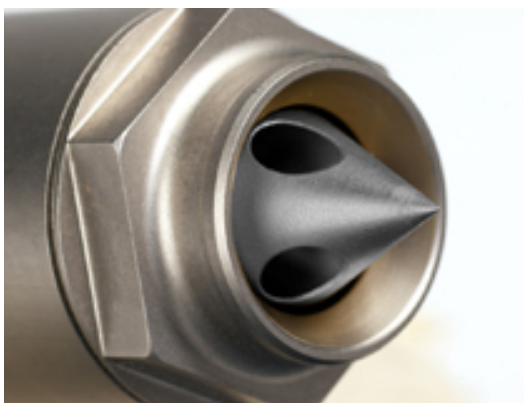
THERMOPLAY ha introducido en el mercado unas boquillas, específicamente desarrollada para dirigir las demandas del mercado de cierres/tapones.

El diseño de boquillas incluye tres tamaños de canal para el fundido para una óptima reología con la gama completa de cierres/tapones de resina, un cierre de acero robusto que aporta mucha curación, un excelente acceso de la refrigeración del punto de inyección destinado a asegurar un tiempo de ciclo más rápido y la tecnología patentada para garantizar operaciones estancas.

La nueva boquilla se basa en la tecnología de THERMOPLAY para un rendimiento óptimo. El alto nivel de los canales calientes de THERMOPLAY asegura una homogeneidad constante de temperatura.

Un impacto térmico y mecánico mínimo en la cavidad incrementa la calidad de la producción y asegura una vida del molde más larga.

Las boquillas de puntera térmica Ultra ofrecen una inserción opcional de puntera resistente al desgaste para una mayor longevidad en el procesamiento de materiales abrasivos.

*Fig. 8.2. Puntera de Boquilla*

La tecnología patentada de punteras de mezcla proporciona una mezcla incomparable del material fundido.

- La homogeneidad mejorada del material fundido permite conseguir menor tensión en el molde y piezas más homogéneas estructuralmente
- Eliminación de líneas de flujo
- Mejor coherencia del color y distribución del material fundido, incluso en resinas metálicas y nacaradas



Fig. 8.3. Sección e imagen de boquillas de inyección.

El diseño térmico de la boquilla y la puntera Ultra proporcionan ventanas de funcionamiento hasta tres veces más anchas que los diseños convencionales.

- Rangos de temperatura más amplios sin estiramiento ni solidificación
- Tiempos de ciclo más rápidos
- Carga de calor reducida

El diseño de válvula de aguja y puntera térmica permite un mantenimiento y una sustitución cómodos de elementos desgastados.

- Las punteras, los elementos de retención de punteras, los termopares de boquilla y las resistencias de boquilla se pueden sustituir mientras el canal caliente sigue en la prensa
- Los sistemas de válvula de aguja utilizan un funcionamiento de junta tórica única en una placa de refuerzo refrigerada para un mantenimiento reducido. Se puede realizar el mantenimiento de las juntas tóricas de la válvula de aguja sin retirar las agujas del obturador de las boquillas



Fig. 8.4. Detalle Boquillas de Inyección.

8.3. NUEVA TECNOLOGÍA DE DESMOLDEO

Tras definir los parámetros previos al proceso de inyección, así como el sistema de inyección seleccionado, pasamos a definir que sistema de desmoldeo que emplearemos, para desmoldear de la forma más eficiente posible nuestro producto.

En el caso de nuestra pieza a inyectar, nos encontramos con una geometría que requiere un complejo desmoldeo de pieza.

Analizando la pieza a inyectar, observamos que la geometría de los hilos de rosca, no desmoldean en la dirección general del molde, por lo que requiere un sistema de desmoldeo basado en el desenroscado de la pieza inyectada (fig.1).

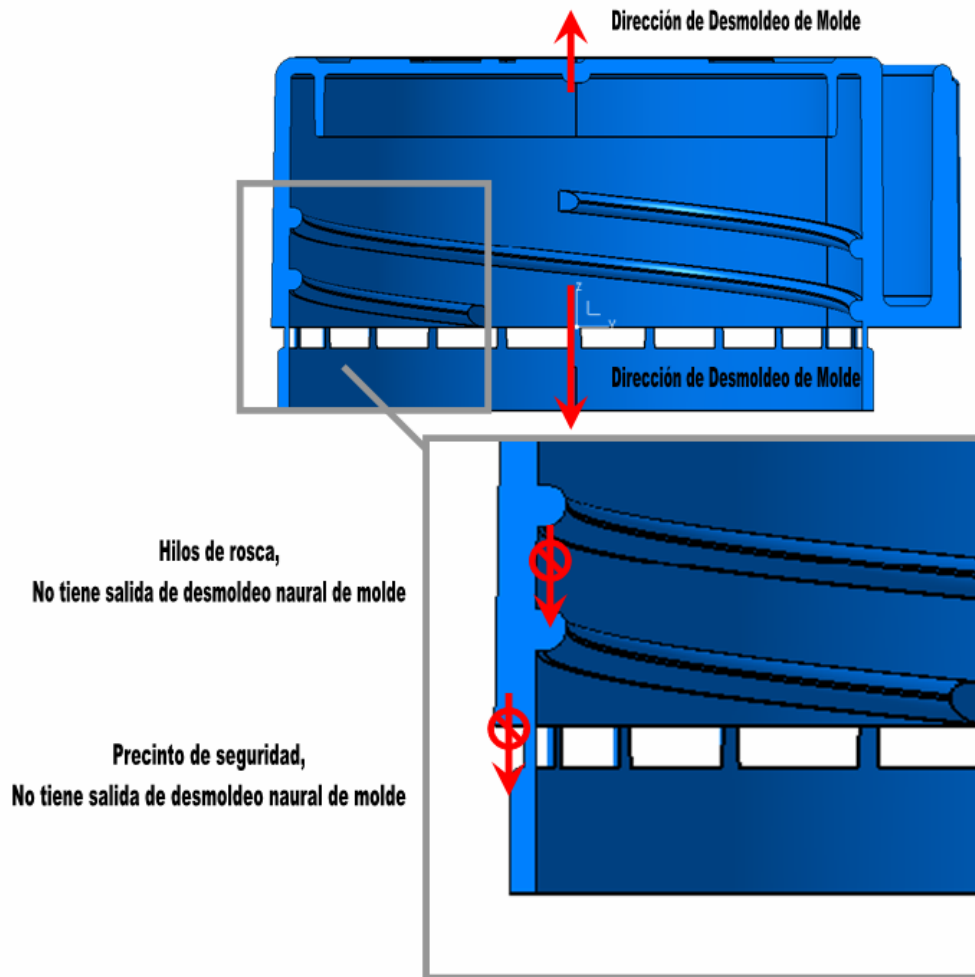


Fig. 8.5. Sección Tapón

Por otro lado, el precinto de seguridad, unido mediante pequeños hilos de material al cuerpo del tapón, tampoco desmoldea en la dirección general del molde, por lo que para su desmoldeo, aprovecharemos las propiedades plásticas del material inyectado.

8.3.1 Sistema de desenroscados

Existen diferentes tipos de mecanismos para el desmoldeo de roscas, pero todos tienen el mismo fin, conseguir un movimiento de revolución sobre el eje de desmoldeo de la pieza inyectada y roscada.

Para conseguir este movimiento podemos utilizar mecanismos externos al molde como motores, que nos proporcionen esta rotación en el eje, o cilindros hidráulicos o neumáticos, que mediante una cremallera unida a su vástago, un eje vi sinfín, o un eje helicoidal, consiguen transmitir este movimiento rectilíneo en movimiento de revolución sobre el eje de desmoldeo.

En nuestro caso ,aprovecharemos el mismo movimiento de apertura de molde, para activar un sistema mecánico totalmente integrado en el molde, reduciendo así componentes de molde y aprovechando los movimientos transversales naturales de la propia máquina de inyección en su apertura, mediante un mecanismo formado por, un eje helicoidal engranado sobre una tuerca helicoidal , y esta solidaria con un sistema de engranaje-piñón que provocará la revolución sobre el postizo que debe de desmoldear la pieza inyectada.

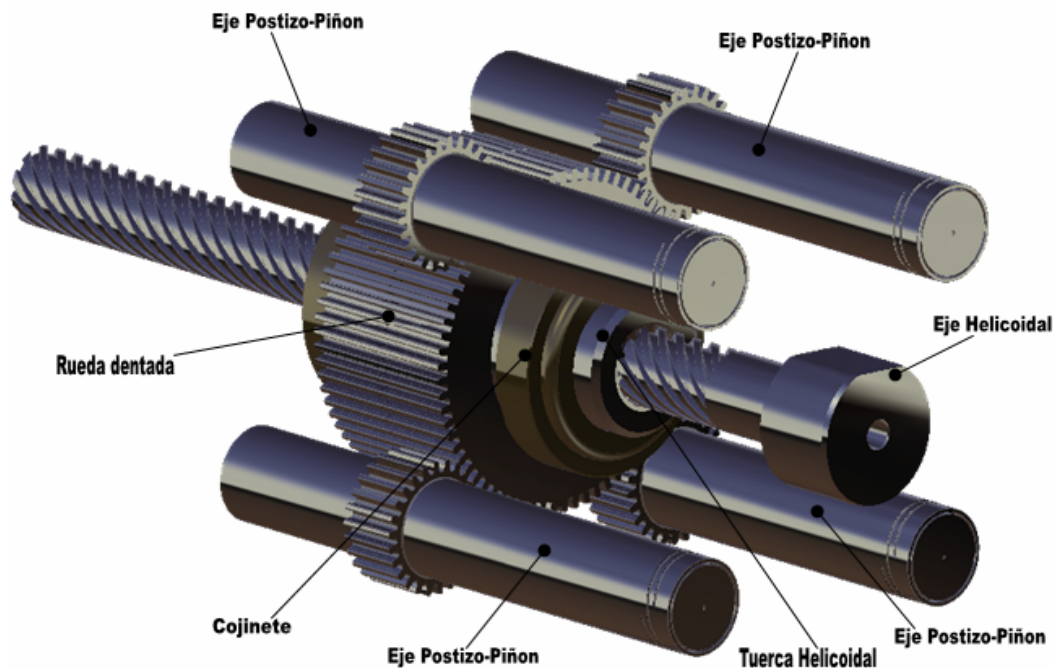


Fig. 8.6. Sistema mecánico de desmoldeo

8.3.2 Sistema de desmoldeo por Eje Helicoidal

A continuación veremos una explicación más completa del mecanismo de desenroscado empleado. Cabe destacar que este sistema, cuenta con la ventaja de estar completamente standardizado y el coste y las garantías de funcionamiento y eficiencia, están respaldadas por HASCO, empresa ampliamente experimentada en el suministro y fabricación de complementos y accesorios Standard para el mundo del Molde de inyección.

8.3.2.1 Componentes

Primeramente describiremos los componentes que forman el sistema mecánico

- Referencia Comercial HASCO: Z 1500 / Eje Helicoidal



Fig. 8.7. Sistema mecánico de desmoldeo

Destinado a transmitir su recorrido longitudinal a un movimiento de revolución de la tuerca helicoidal. Sobre su eje se describen 10 dientes que recorren el su eje de forma helicoidal. El paso de este recorrido helicoidal será de 80mm. El número de dientes no influye en la relación de transmisión ya que es el paso el que define el número de revoluciones que dará la tuerca helicoidal. Será fijado al lado de inyección del molde, y bloqueado mediante un plano, que imposibilite el giro.

- Referencia Comercial HASCO: Z 1520 / Tuerca Helicoidal

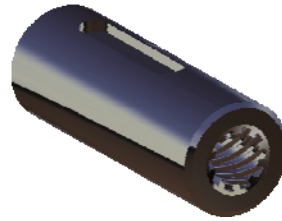


Fig. 8.8. Sistema mecánico de desmoldeo

Su función es la de recibir y transformar el movimiento longitudinal del Eje Helicoidal, en un movimiento de revolución sobre su mismo eje. A su vez transmitirá este movimiento a la rueda dentada, ensablada mediante una chaveta.

- Referencia Comercial HASCO: Z 1558 / Chaveta



Fig. 8.9. Sistema mecánico de desmoldeo

Tiene como objetivo la unión entre la turca helicoidal y la rueda dentada.

- Referencia Comercial HASCO: Z 1553 / Rueda dentada

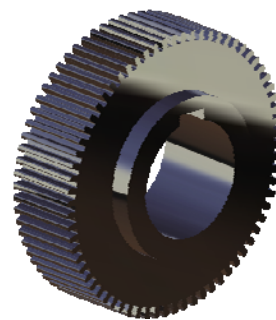


Fig. 8.10. Sistema mecánico de desmoldeo

Su función es la de transmitir su movimiento de revolución a los piñones, debido a que su número de dientes es mayor que el número de dientes de los piñones, su relación de transmisión con los piñones la hará actuar como reductora.

- Referencia Comercial HASCO: Z 1565 / Cojinete

La misión de los cojinetes será la de guiar y absorber los posibles rozamientos de los engranajes, así como absorber posibles esfuerzos.



Fig. 8.11. Sistema mecánico de desmoldeo

- Referencia Comercial HASCO: Z 1550 / Eje Postizo-Piñón

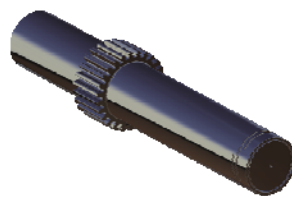


Fig. 8.12. Sistema mecánico de desmoldeo

Es el postizo interior de la pieza inyectada. Recibe la transmisión del movimiento de revolución del la rueda dentada. Tiene como objetivo el desmoldeo de la pieza inyectada.

8.3.2.2 Funcionamiento mecánico y transmisión de movimientos

El principio del mecanismo, es transformar un movimiento rectilíneo en un movimiento de revolución sobre un eje. Para ofrecer una explicación del funcionamiento más clara, explicaremos los principales movimientos del mismo en secuencias sucesivas.

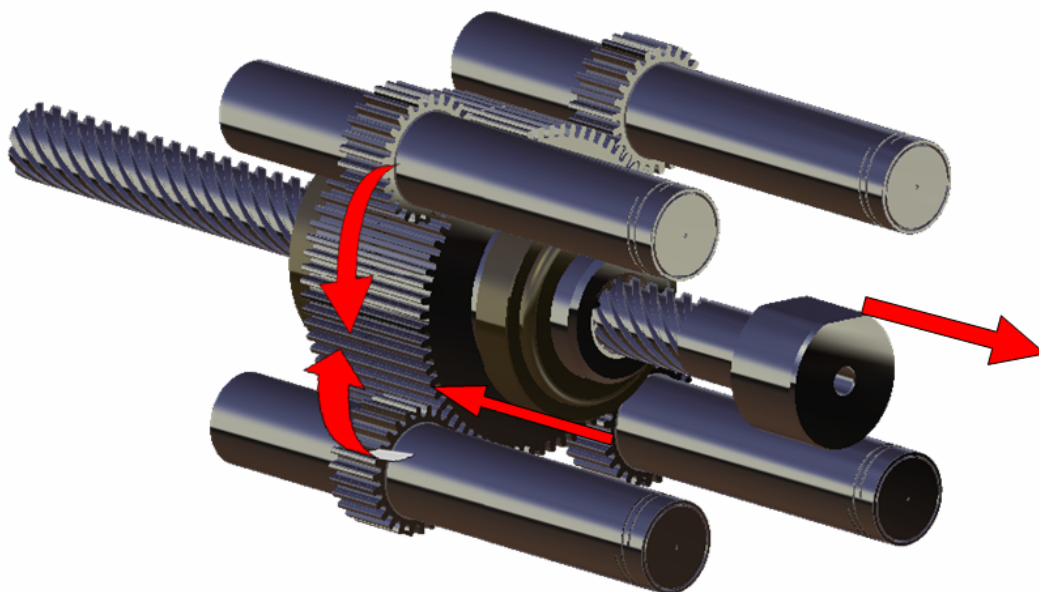


Fig. 8.13. Sistema mecánico de desmoldeo

La cantidad de postizos Eje-Piñón, viene dado por el número de cavidades a inyectar, y por sus dimensiones. En proyecto actual, el molde se ha proyectado para 4 cavidades. Si por motivos de productividad, fueran necesarias más cavidades, esto no significaría problema alguno, ya que podríamos incrementar la cantidad de sistemas mecánicos aumentando así la productividad del molde.

8.3.2.2.1 Secuencia del sistema mecánico

Aprovechándose de la apertura de molde, el eje helicoidal fijado en el lado de inyección del molde, al estar engranado y solidario con la tuerca helicoidal, hace que esta, gire sobre su propio eje.



Fig. 8.14. Sistema mecánico de desmoldeo

La relación de transmisión que existe entre el eje helicoidal y la tuerca helicoidal, viene dada por el paso de los dientes de eje helicoidal.

El paso de nuestro eje helicoidal es de 80mm, por lo tanto nuestra tuerca helicoidal dará una vuelta por cada 80mm recorridos de apertura de molde.

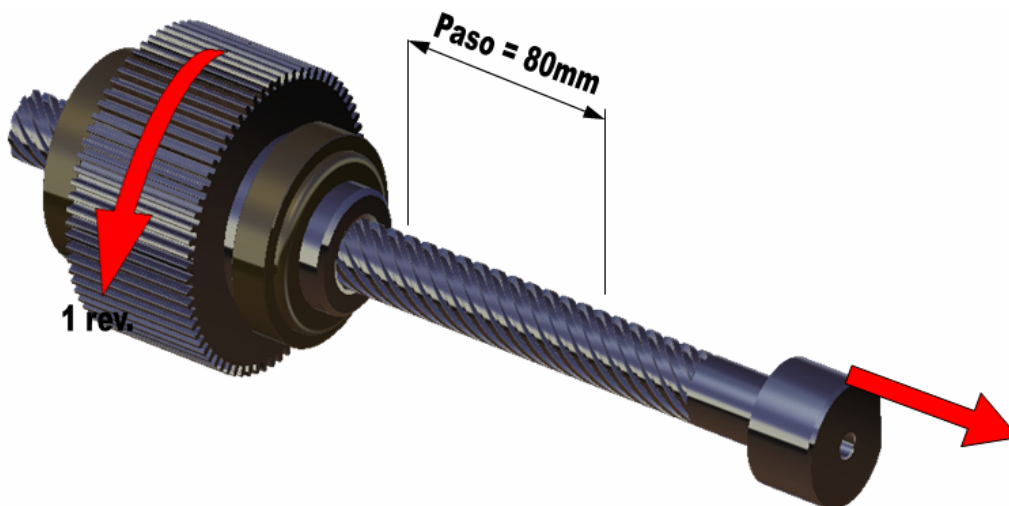


Fig. 8.15. Sistema mecánico de desmoldeo

Esta tuerca a su vez, esta ensamblada, mediante una chaveta a dos ruedas dentadas, montadas simultáneamente.

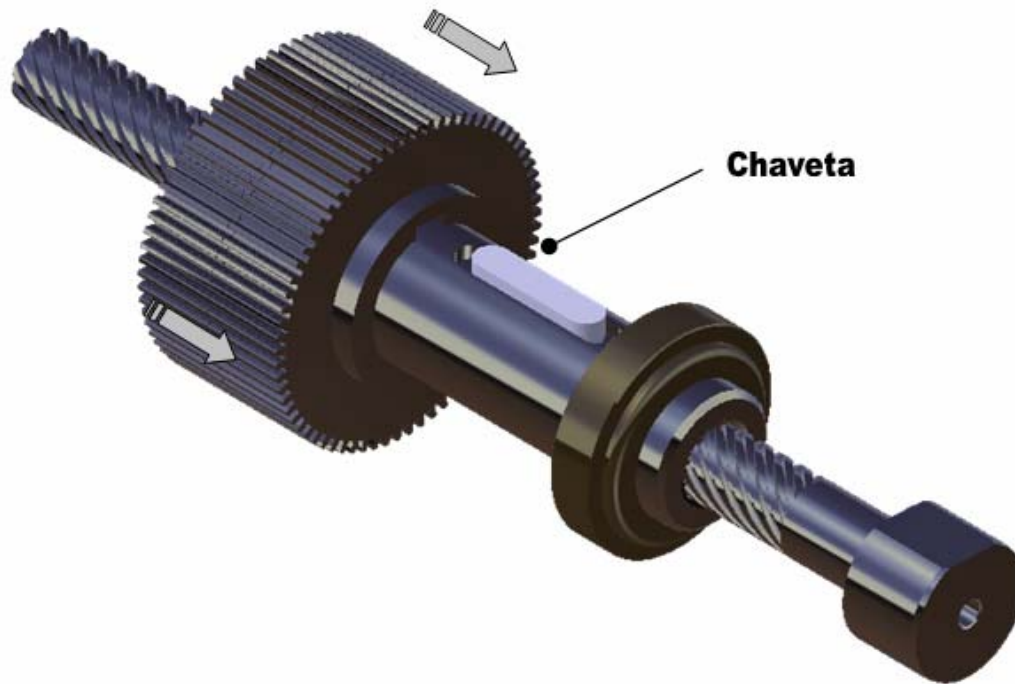


Fig. 8.16. Sistema mecánico de desmoldeo

En el momento en el que el grupo de Ruedas dentadas – Tuerca helicoidal empieza a girar, transmite el movimiento al piñón del postizo de desenroscado.

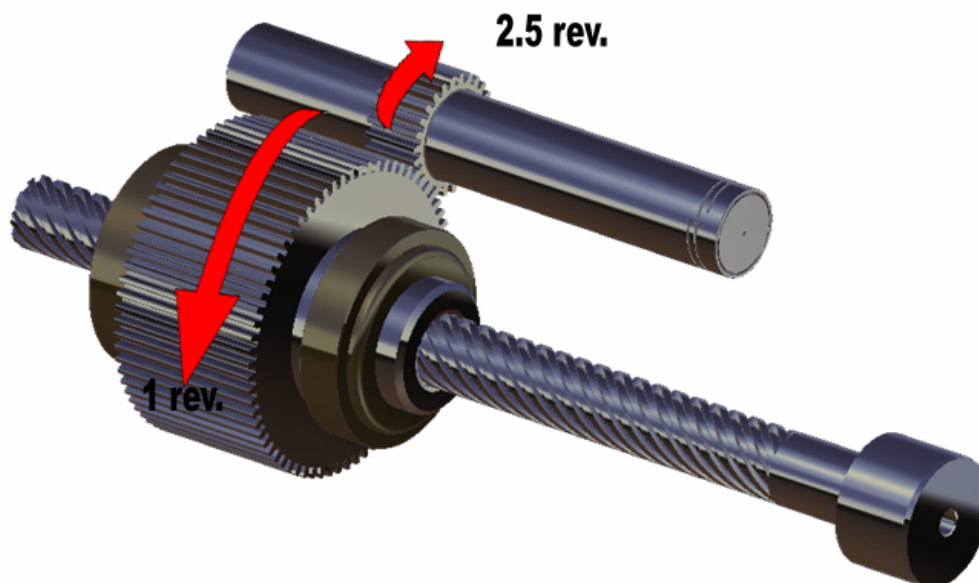


Fig. 8.17. Sistema mecánico de desmoldeo

La relación de transmisión del engranaje Rueda dentada -Piñón viene dada por la relación que existe entre el número de dientes de cada elemento.

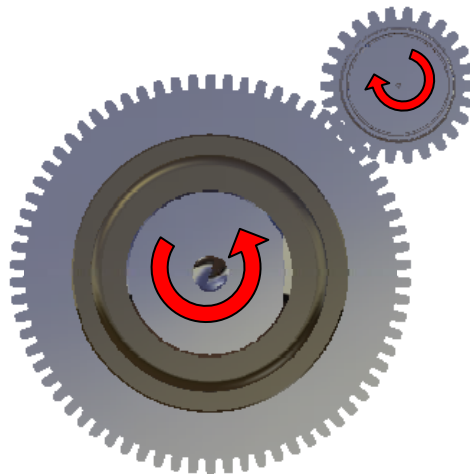


Fig. 8.18. Sistema mecánico de desmoldeo

Tras recibir la transmisión, el eje piñón, que lleva mecanizada la geometría a desmoldear, comenzará a auto roscarse en el casquillo situado en las palcas base del lado de expulsión. Este casquillo tiene una rosca interior del mismo paso de hilo que la rosca de la pieza a inyectar. De esta manera el desenroscado para el desmoldeado se realizará de manera correcta, desmoldeando con el mismo paso que la pieza inyectada.

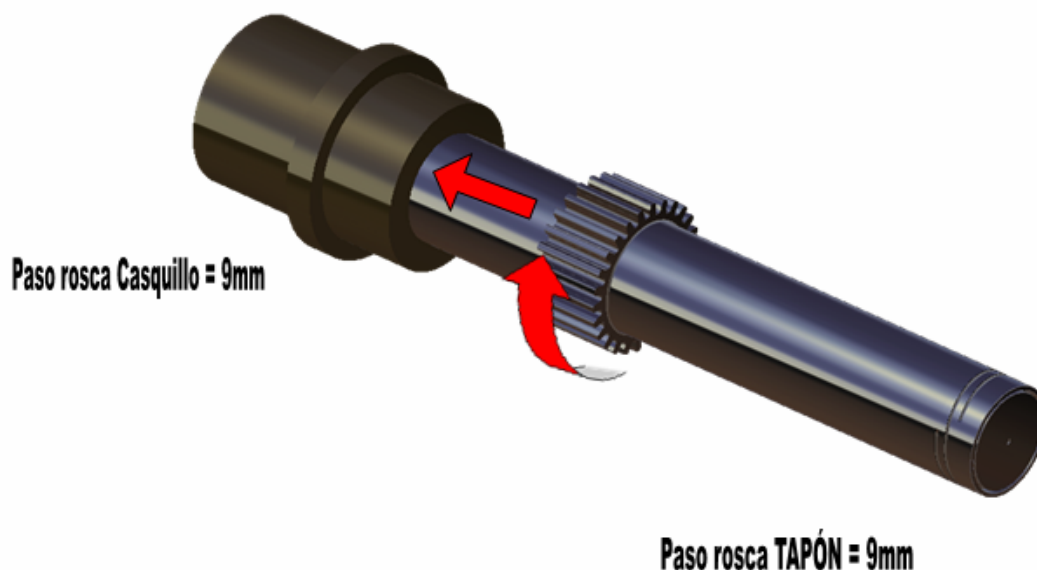


Fig. 8.19. Sistema mecánico de desmoldeo

8.3.3 Sistema de expulsión por placa

Para conseguir tener dos aperturas de molde dentro de un mismo ciclo de apertura de máquina, y tener un control óptimo de la secuencia de molde, existen dispositivos mecánicos, que nos pueden ayudar a conseguir diferentes aperturas de molde, variando su recorrido de apertura según nuestras necesidades.

En concreto para nuestro caso optamos por un sistema de anclaje de placas.

Este mecanismo nos permite regular las aperturas del molde aprovechando la apertura de máquina.

Como se ha descrito anteriormente necesitamos dos aperturas de molde, una primera apertura "H I" con una carrera de 80 mm y una segunda apertura "H II" de 10 mm para liberar el negativo y provocar la flexión y expulsión de la pieza inyectada.

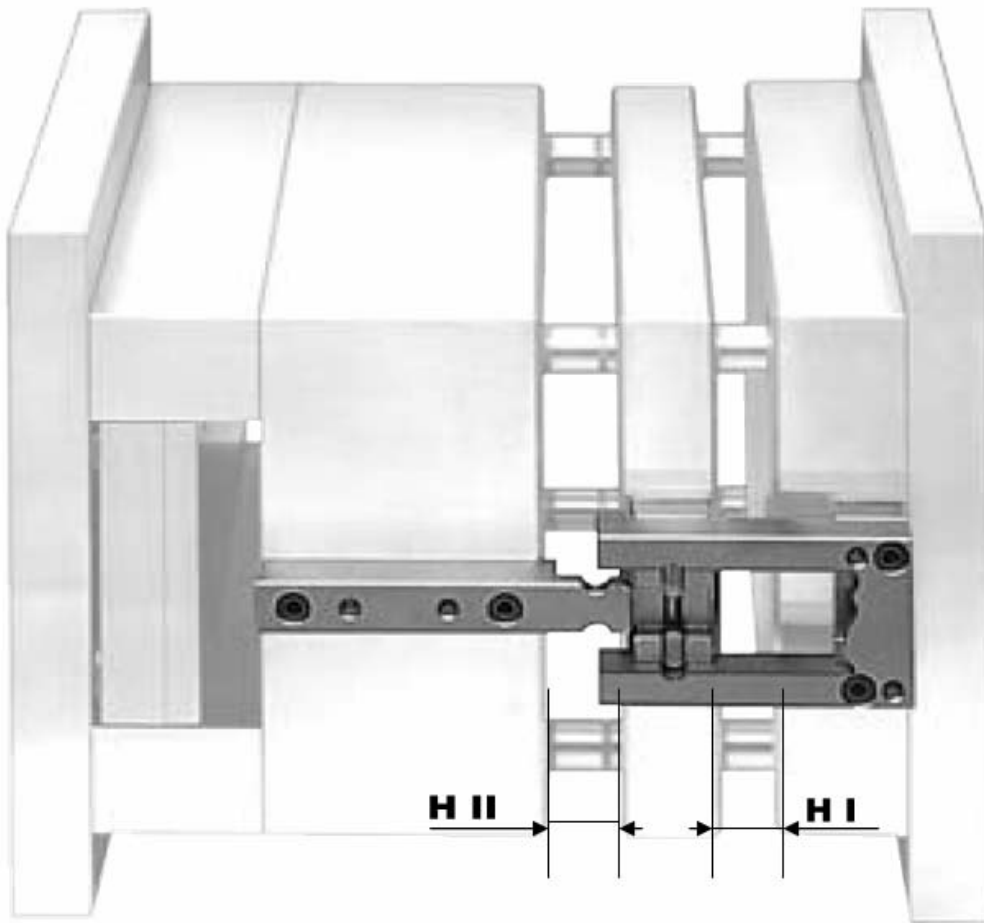


Fig. 8.20. Sistema mecánico de desmoldeo

A continuación explicaremos su montaje y secuencia de funcionamiento, de este mecanismo que como el anterior es fabricado por HASCO.

8.3.3.1 Componentes

- Referencia Comercial HASCO: Z 174 / Enclavamiento de placas

Pos.	Denominación	Cantidad	Material	Dureza
1	Soporte de control	1	1.2764	40/58 HRC
2	Barra de tracción	1	1.2764	40/58 HRC
3	Traversa	1	1.1730	650 N/mm ²
4	Alojamiento Tope	1	1.2764	54 HRC
5	Base Tope	2	1.2767	54 HRC
6	Tope	1	1.2764	54 HRC
7	Pasador cilíndrico	2	Z 26	60 HRC
8	Muelle de compresión	2	1.1703	-
9	Tornillo Allen	2	Z 31	-
10	Tornillo Avellanado	2	DIN 963	-

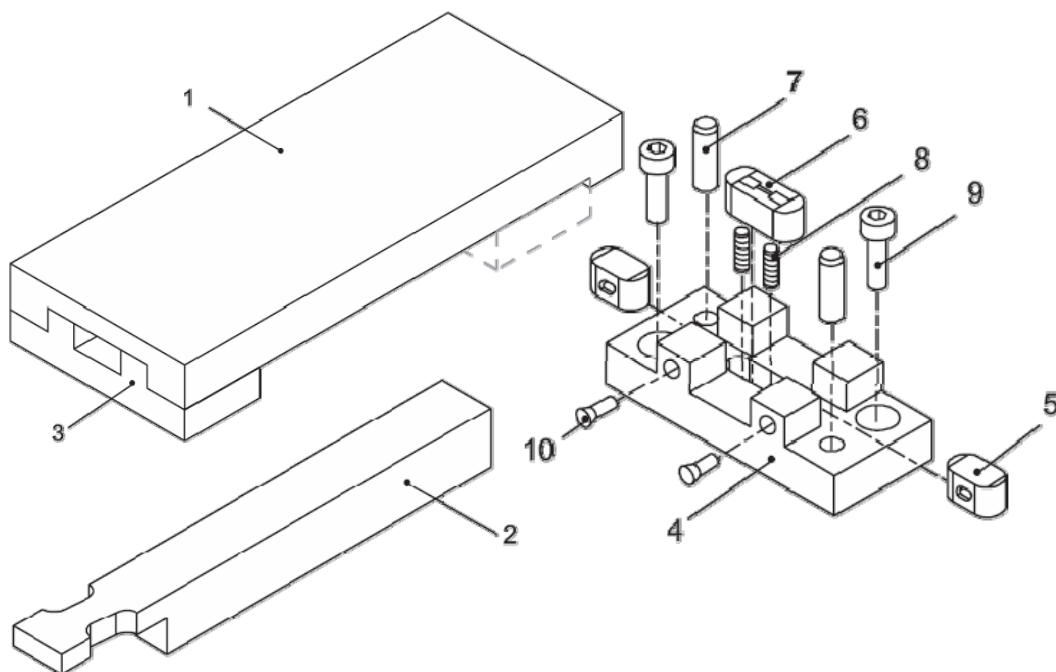


Fig. 8.21. Sistema mecánico de desmoldeo

8.3.3.2 Selección y dimensionado del sistema

Para el montaje y la elección del sistema de anclaje de placas, es necesario saber la fuerza que ha ejercer el tirante de mecanismo, sobre conjunto de placa y elementos que configuran la parte móvil de la expulsión. Esta fuerza necesaria, nos determinará el tamaño y la cantidad sistemas necesarios.

En nuestro caso, debemos de ejercer una fuerza de arrastre sobre la placa intermedia. El sistema que y las dimensiones del mismo, como hemos comentado anteriormente condicionan las dimensiones del sistema mecánico.

La fuerza de tracción que puede soportar el sistema debe de ser superior a la requerida, en nuestro caso el peso que debemos de mover es el de la Placa intermedia.

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

Volumen Placa intermedia = 0.006 m³

Densidad Acero = 7850 kg/m³

Masa = 46.73 Kg

1 kg = 9.8 N

Fuerza de tracción = 457.954 N (necesaria para iniciar en movimiento, despreciando los coeficientes de rozamiento)

Por lo tanto, según la hoja técnica del producto, el sistema Z174/50 es el más apropiado, ya que cumple holgadamente los requisitos.

Fuerza de tracción Z174/50 = máx. 16.000 N

8.3.3.3 Montaje en molde

Para que el mecanismo funcione correctamente, es imprescindible que el montaje sea totalmente paralelo al sentido de apertura del molde, así como el de su guiado.

Se deben de fijar mediante tornillos, en la parte fija del molde, lado de inyección, los componentes 1 y 3.

En la placa intermedia los componentes 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10.

En el lado de inyección se fijará el componente 2.

Por otro lado las dimensiones "L4" y L5" serán mecanizadas para adaptarse a nuestros requisitos.

Por último deberemos de regular el sistema mecánico, en función de la "H1" requerida, es decir, la carrera de la primera apertura.

Recorrido necesario de las aperturas de molde.

Apertura I: H1= 80mm

Apertura II: H2= 10mm

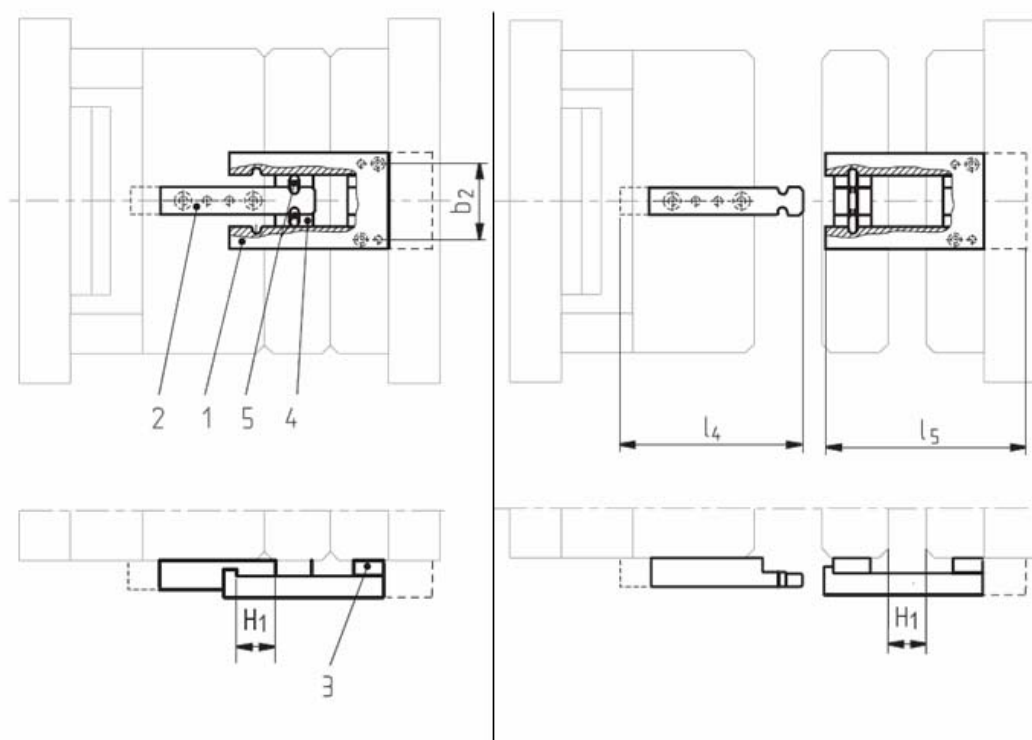


Fig. 8.22. Sistema mecánico de desmoldeo

8.3.3.4 Funcionamiento mecánico y secuencia de movimientos

Partimos del molde cerrado, (Fig. 1).

El objetivo que buscamos tener dos aperturas de molde dentro de una misma carrera de apertura de máquina de inyección.

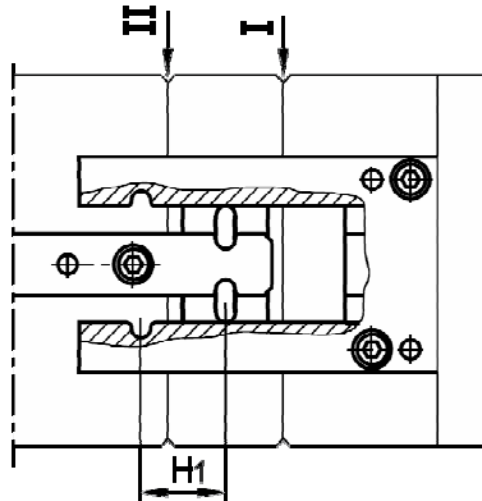


Fig. 8.23. Sistema mecánico de desmoldeo

Tal y como empieza la apertura de máquina, el molde empieza a abrirse también, separándose de este modo el lado de inyección del molde del lado de expulsión.

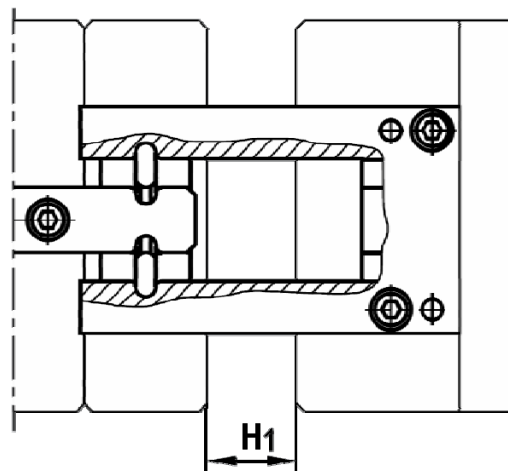


Fig. 8.24. Sistema mecánico de desmoldeo

Tras recorrer la primera expulsión "H1", los topes mecánicos de carrera, quedan bloqueados en las ranuras del tirante principal, y desbloqueados a su vez del tirante secundario. En ese instante la placa intermedia queda bloqueada en esa posición.

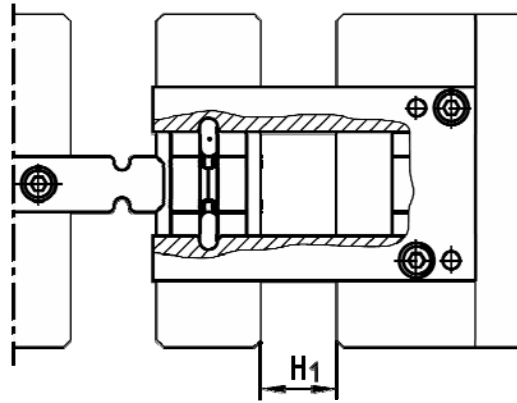


Fig. 8.25. Sistema mecánico de desmoldeo

Tras bloquear el tirante principal a la placa intermedia y desbloquearse el tirante secundario, el molde sigue abriendo, ahora entre la placa intermedia y la placa porta casquillos. Una vez se haya recorrido la 2ª carrera de apertura, se habrá recorrido la totalidad de la apertura de máquina. El proceso de cierre de molde sigue la misma secuencia a la inversa.

8.4. SIMULACIÓN DEL CICLO COMPLETO DE INYECCIÓN, DESMOLDEO Y EXPULSIÓN

- Inyección.

El material plástico fundido, es inyectado a gran presión, mediante el sistema de cámara caliente y boquillas con obturador.

El tiempo de inyección, anteriormente simulado con MoldFlow se estima en (s).

Tras finalizar la inyección, la pieza plástica va solidificándose, hasta alcanzar la temperatura idónea para ser expulsada.

El tiempo de refrigeración de la pieza se estima en (s).

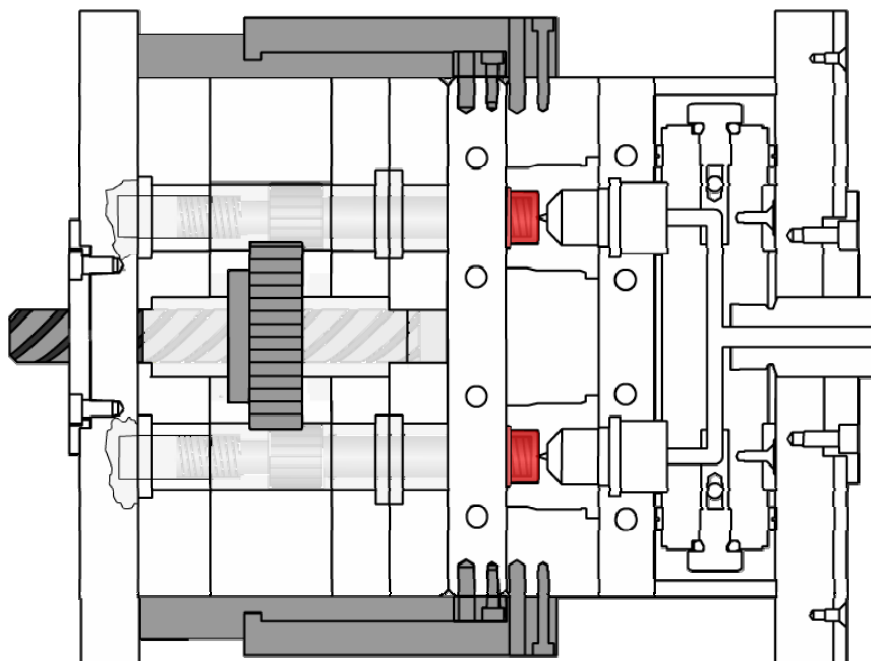


Fig. 8.26. Sistema mecánico de desmoldeo

- Inicio de apertura de molde.

El molde se abre, por la primera partición, separándose así el lado de expulsión y el de inyección.

En el mismo instante que el molde empieza su primera apertura, el sistema de desenroscado, comienza a transmitir, tal y como se ha explicado anteriormente, el movimiento lineal de la apertura de máquina.

De este modo se inicia así la 1ª apertura de molde y el inicio del desmoldeo de la rosca interna de la pieza inyectada mediante el sistema de Eje helicoidal.

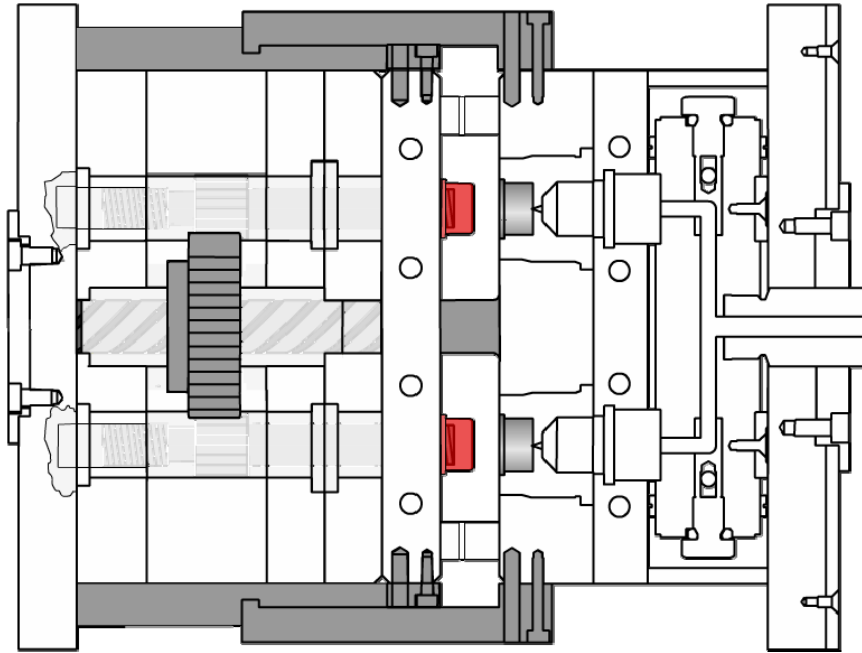


Fig. 8.27. Sistema mecánico de desmoldeo

Tras recorrer 80mm, el sistema de Anclaje de placas, actúa, bloqueando la paca intermedia.

Por su parte el sistema de desenroscado, ha recorrido ya los 80mm necesarios para transmitir las revoluciones que el postizo Eje-Piñón necesita, para desmoldear la rosca y permitir la flexión del precinto de seguridad de la pieza inyectada.

De esta manera llegamos al final de la carrera de la 1ª apertura de molde. El tiempo de apertura de la primera apertura de molde se estima en segundos.

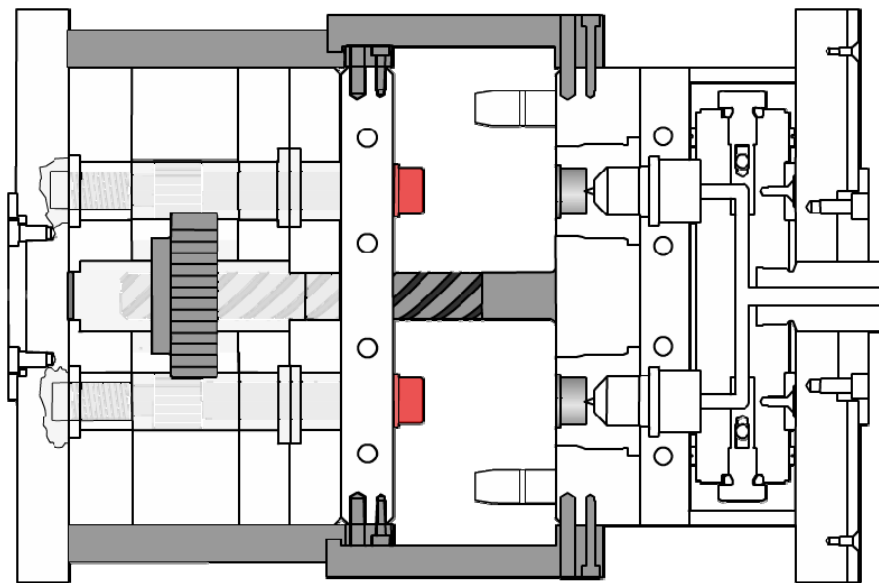


Fig. 8.28. Sistema mecánico de desmoldeo

Con la placa intermedia anclado y la rosca de la pieza plástica desmoldeada, el molde inicia su segunda apertura, esta vez entre la placa intermedia y la placa porta casquillos.

En este momento de apertura, es donde el casquillo guía, entra en acción, ya que este casquillo va sujeto a la placa porta casquillos, y en el momento en que las dos placas comienzan a separarse, el casquillo guía, que en su parte superior tiene grabada la geometría del precinto de seguridad de la pieza inyectada, intentará desmoldear la geometría ya inyectada de plástico.

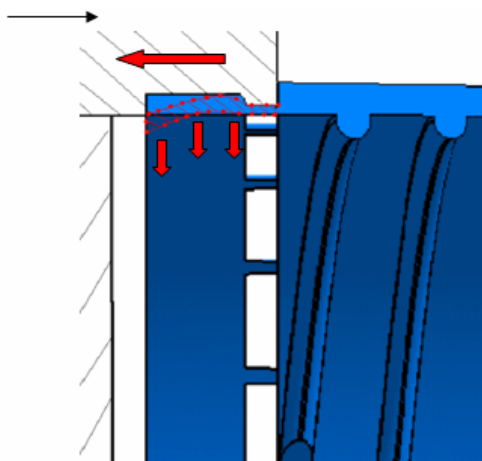


Fig. 8.29. Sistema mecánico de desmoldeo

Como podemos observar la geometría a desmoldear del postizo, está en negativo, es decir, no tiene la dirección de desmoldeo natural.

Por sus propiedades plásticas, su forma y su geometría, la pieza de plástico flexionará hacia el interior, ya que en ese instante el postizo que nos desmoldea la rosca se encuentra fuera de una posible interferencia, dejando desmoldear por flexión la pieza inyectada.

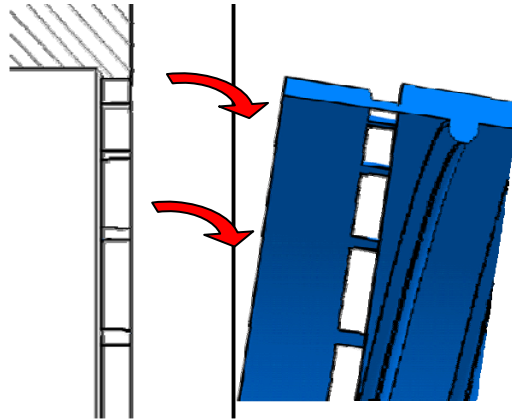


Fig. 8.30. Sistema mecánico de desmoldeo

De este modo conseguimos así, en primer lugar desmoldear por flexión el precinto de seguridad y en segundo lugar la expulsión mediante la placa expulsora de las piezas inyectadas. El tiempo estimado de la segunda apertura de molde se estima en (s).

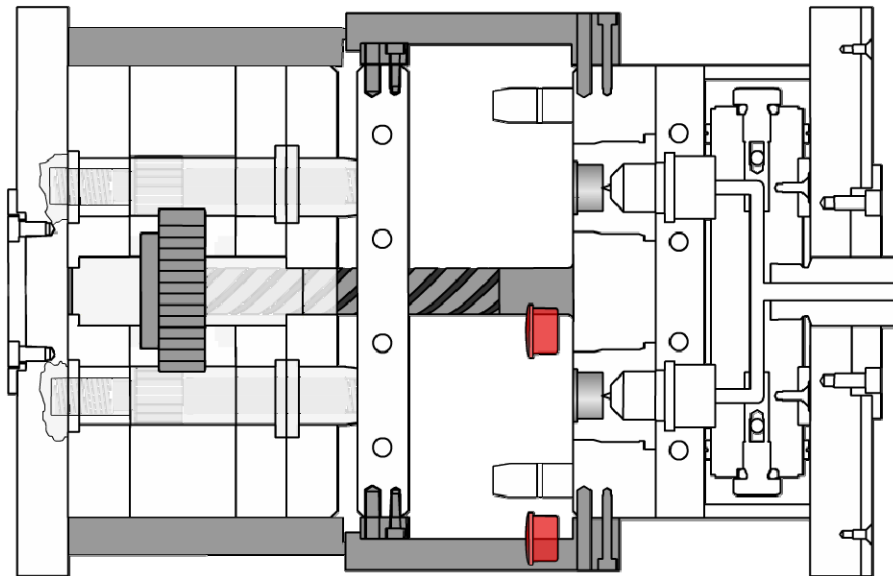


Fig. 8.31. Sistema mecánico de desmoldeo

Tras finalizar la segunda apertura de molde, la secuencia se repite a la inversa.

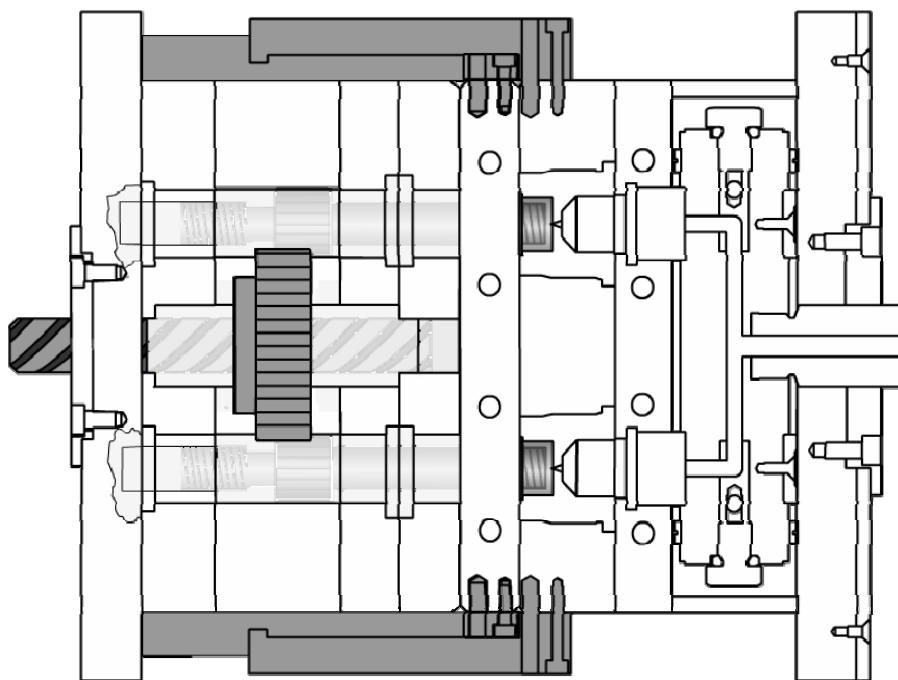


Fig. 8.32. Sistema mecánico de desmoldeo

9. SELECCIÓN DE MATERIALES Y DISEÑO DE MOLDE 3D

El objetivo para este punto del proyecto, es diseñar y seleccionar materiales existentes en el mercado, todos ellos normalizados. Trataremos de realizar una selección sencilla, tratando de seleccionar piezas normalizadas y ya estandarizadas por nuestros proveedores. Para ello contamos con el apoyo de nuestro proveedor habitual de normalizados para molde de Inyección HASCO.

Dentro del catalogo de productos de HASCO, encontraremos soluciones tecnológicas, que adaptadas entre sí, facilitaran la mecanización y montaje de molde, así como su mantenimiento y rentabilidad del mismo.

Para las piezas que por diseño o funcionalidad deban de ser mecanizadas y creadas partiendo de la base de un postizo de metal virgen, sin mecanizar. Estos materiales serán seleccionados según sus propiedades y funciones mecánicas dentro del molde. El proveedor de estos materiales vírgenes será AMPCO, el cual nos proporcionará un catalogo con los materiales más empleados para la fabricación de moldes de inyección.

9.1. PORTAMOLDES NORMALIZADO

En base al diseño realizado de la pieza plástica, así como el sistema de desmoldeo seleccionado y el sistema de inyección, número de cavidades etc... pasamos a realizar la selección del portamoldes de inyección. Como hemos comentado anteriormente, trataremos de que sea un portamoldes ya normalizado que encontraremos e el catálogo de Hasco.

A continuación pasaremos a definir las placas del porta-moldes seleccionado, así como su función dentro del molde y su material.

- Placa Base Lado Inyección

Referencia Comercial: HASCOK10/346x346x36, Material: 1.1730

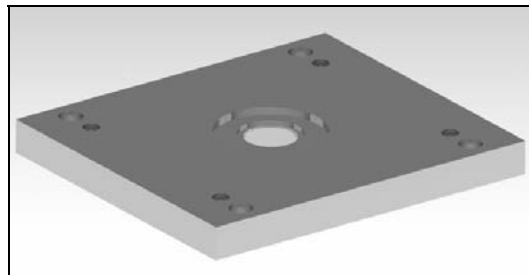


Fig. 8.33. Sistema mecánico de desmoldeo

La principal función de la placa base de inyección, es la de ser la placa que sirve de unión, entre el molde y la máquina de inyección, a su vez centra el molde en la máquina de inyección.

La placa viene ya rectificada y taladrada, aunque deberá de ser mecanizada., según las indicaciones efectuadas en los planos.

- Placa porta Cámara Caliente

Referencia Comercial: HASCO K30/346x346x36, Material: 1.1730

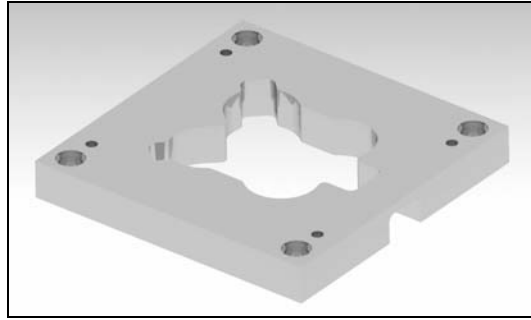


Fig. 8.34. Sistema mecánico de desmoldeo

Su función es la de albergar la cámara. Caliente del sistema de inyección.

La placa viene ya rectificada y taladrada, aunque deberá de ser mecanizada, según las indicaciones efectuadas en los planos.

- Placa Cavity Lado Inyección

Referencia Comercial: HASCO K30/346x346x36, Material: 1.1730

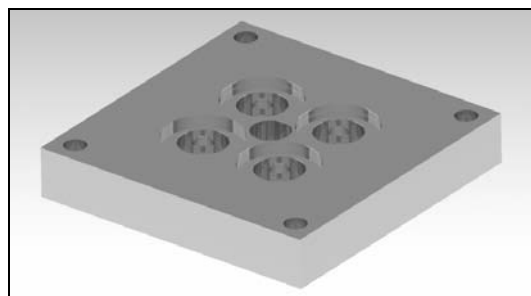


Fig. 8.35. Sistema mecánico de desmoldeo

Esta placa es donde van alojados los postizos del lado de inyección. Por su interior circulará un circuito de refrigeración para conseguir controlar la temperatura ideal para la inyección de la pieza plástica.

La placa viene ya rectificada y taladrada, aunque deberá de ser mecanizada., según las indicaciones efectuadas en los planos.

- Placa Punzón Lado Expulsión

Referencia Comercial: HASCO K30/346x346x36, Material: 1.1730

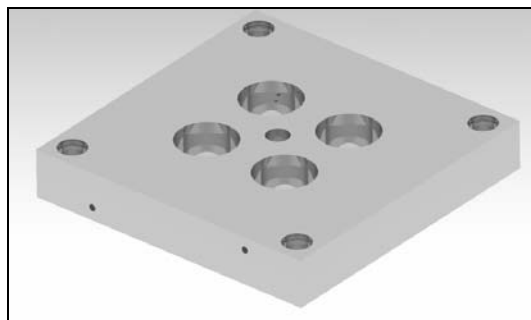


Fig. 8.36. Sistema mecánico de desmoldeo

Al igual que la placa de cavidad del lado de expulsión en esta placa irán alojados los postizos de expulsión, y también por su interior circulará un circuito de refrigeración.

La placa viene ya rectificada y taladrada, aunque deberá de ser mecanizada., según las indicaciones efectuadas en los planos.

- Placa Suplemento Lado Expulsión

Referencia Comercial: HASCO, K30/346x346x36, Material: 1.1730

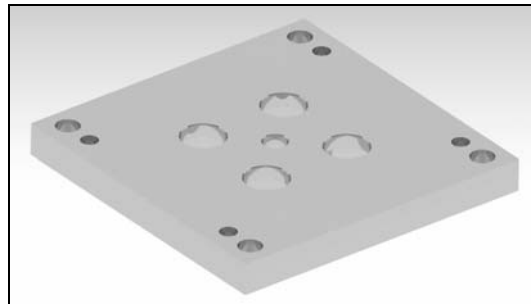


Fig. 8.37. Sistema mecánico de desmoldeo

Su principal función es alojar los casquillos de expulsión, entra en funcionamiento, cuando actúa la expulsión por placa.

La placa viene ya rectificada y taladrada, aunque deberá de ser mecanizada., según las indicaciones efectuadas en los planos.

- Regles

Referencia Comercial: HASCO, K30/346x346x36, Material: 1.1730

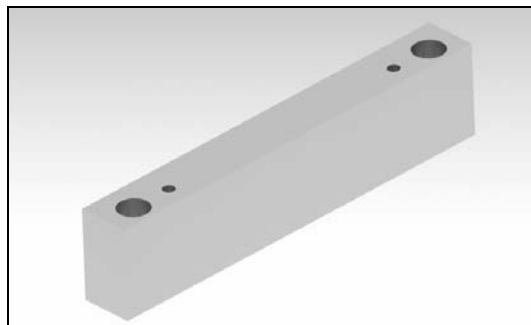


Fig. 8.38. Sistema mecánico de desmoldeo

Su función es crear un puente de expulsión, en nuestro caso para ganar longitud y espacio para albergar los mecanismos de desenroscado.

La placa viene ya rectificada y taladrada, aunque deberá de ser mecanizada., según las indicaciones efectuadas en los planos.

- Placa Suplemento Base Expulsión.

Referencia Comercial: HASCO, K30/346x346x36, Material: 1.1730

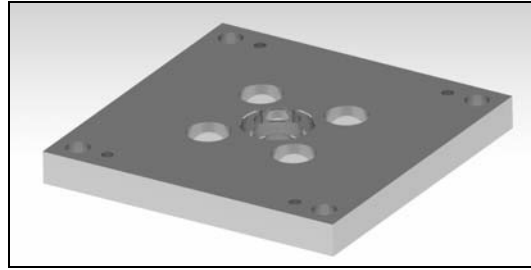


Fig. 8.39. Sistema mecánico de desmoldeo

Como suplemento de la placa base de expulsión su misión será albergar los roscados guía, que darán el paso de rosca requerido para su desmoldeo.

La placa viene ya rectificada y taladrada, aunque deberá de ser mecanizada., según las indicaciones efectuadas en los planos.

- Placa Base Expulsión

Referencia Comercial: HASCO K30/346x346x36, Material: 1.1730

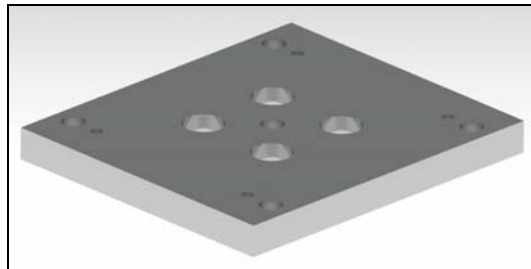


Fig. 8.40. Sistema mecánico de desmoldeo

Como la placa base de inyección, su función es servir de unión con la máquina de inyección. La placa viene ya rectificada y taladrada, aunque deberá de ser mecanizada., según las indicaciones efectuadas en los planos.

9.2. POSTICERIA

Se conoce como posticería, a las piezas que están en contacto con la figura o geometría a inyectar. Su diseño, estudio y mecanización son fundamentales para que el molde de inyección se todo un éxito. En nuestro caso, como en la mayoría de molde, se ha dividido las posticería en dos grupos bien diferenciados, rosticería de inyección y de expulsión.

Es muy importante tener definida correctamente las línea de partición de la pieza, de este modo podremos saber que postizos será necesarios en ambos grupos, los mencionados anteriormente, inyección y expulsión.

En nuestro diseño, nuestra experiencia en el diseño de piezas plásticas, hemos marcado una partición sencilla y plana con el fin de minimizar cualquier tipo de rebaba en la línea de partición.

En esta imagen podemos ver la definición de la línea de partición de nuestra pieza.

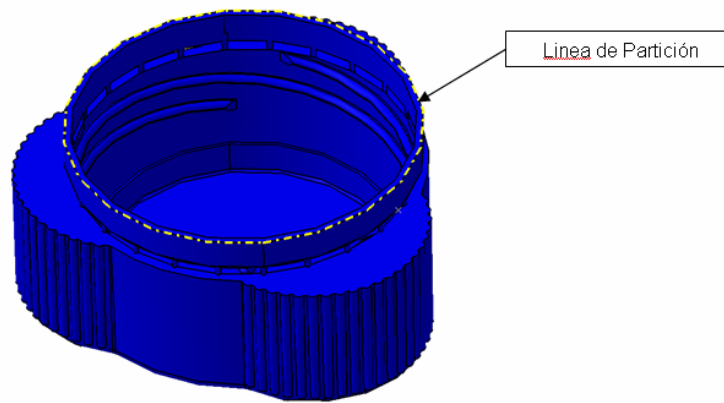


Fig. 8.41. Sistema mecánico de desmoldeo

Tras analizar y reconocer la línea de partición se procede al diseño de los postizos de Inyección y expulsión, que a continuación vamos a describir, entrando en detalle para cada uno de los grupos.

- Grupo de Postizos LADO INYECCIÓN

El grupo de postizos del lado de Inyección estará formado por dos piezas principales, a las que les nombraremos Postizo Fijo Lado Inyección y Postizo Fijo SMED.

En estas dos imágenes, vista anterior y posterior, podemos ver los postizos de inyección ensamblados entre sí.

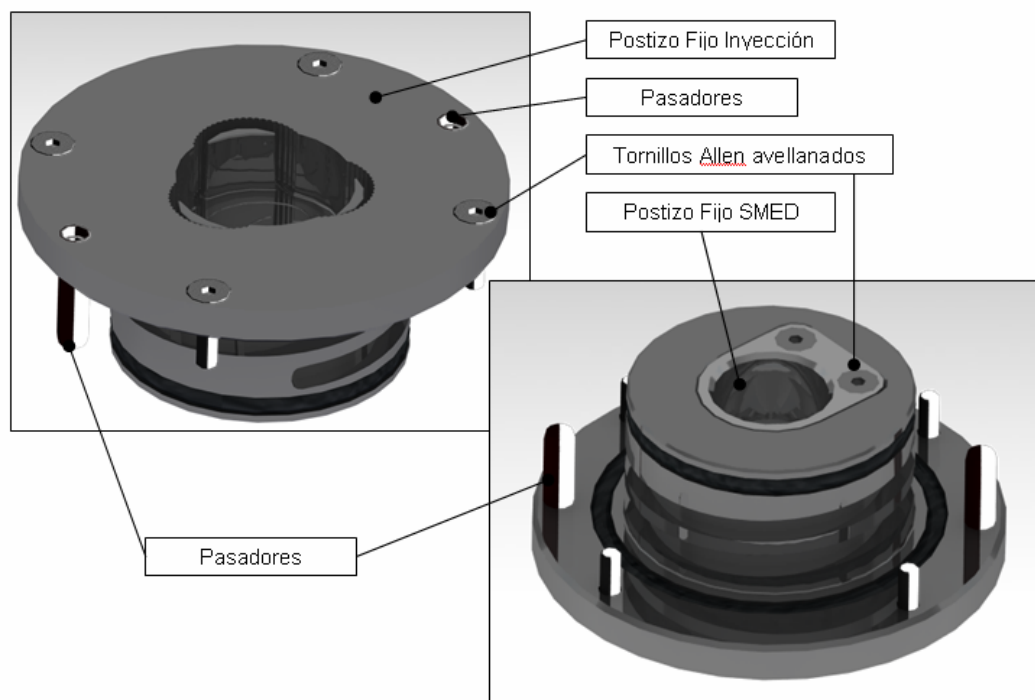


Fig. 8.42. Sistema mecánico de desmoldeo

El montaje entre ambas piezas será simple y rápido, ya que en el diseño de dichas piezas se ha tenido en cuenta, el cambio rápido de postizos, tecnología SMED, que más adelante abordaremos.

Como se puede apreciar en las imágenes, el Postizo Fijo de Inyección, será refrigerado por el sistema de

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

canal en torbellino, es decir, el circuito circula por el contorno exterior de la pieza metálica, consiguiendo así una mayor transferencia de temperatura al postizo.

Para asegurar la estanqueidad del circuito, se mecanizaran rebajes para los alojamientos de dos juntas tóricas.

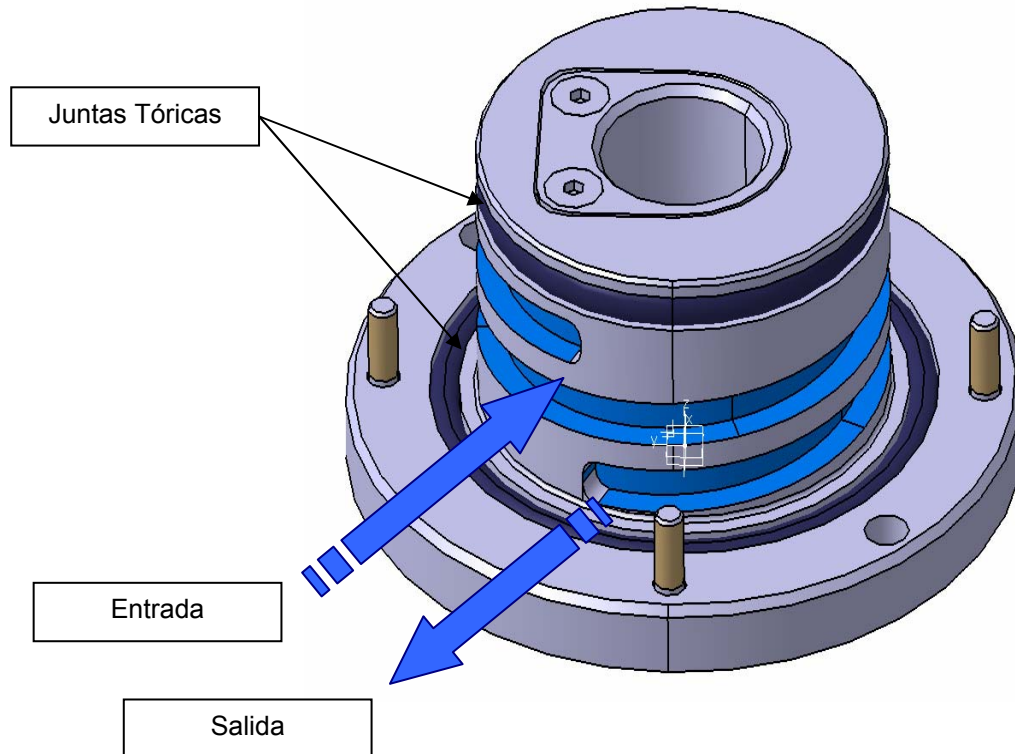


Fig. 8.43. Sistema mecánico de desmoldeo

El postizo Fijo SMED, que llevará grabado el logotipo de la Marca comercial de la pieza inyectada vendrá centrado por un plano de apoyo contra al postizo fijo de inyección y a su vez con el alojamiento cilíndrico del mismo. La fijación entre ambos será con dos tronillos avellanados allen.

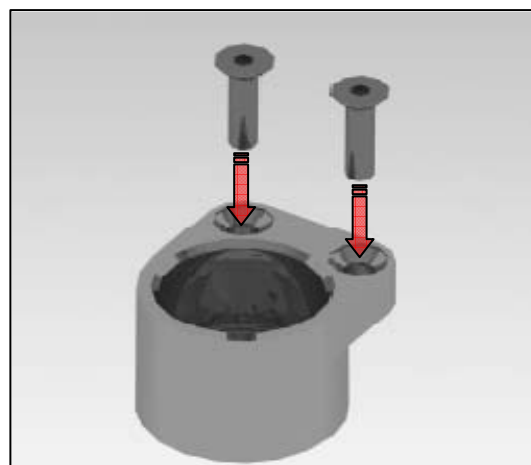


Fig. 8.44. Sistema mecánico de desmoldeo

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

Para su montaje en la cavidad del lado de inyección del molde, emplearemos fijaciones con tornillos Allen avellanados, para reducir espesores de pieza, y pasadores que tendrán la finalidad de centrar la piezas con una precisión elevada.

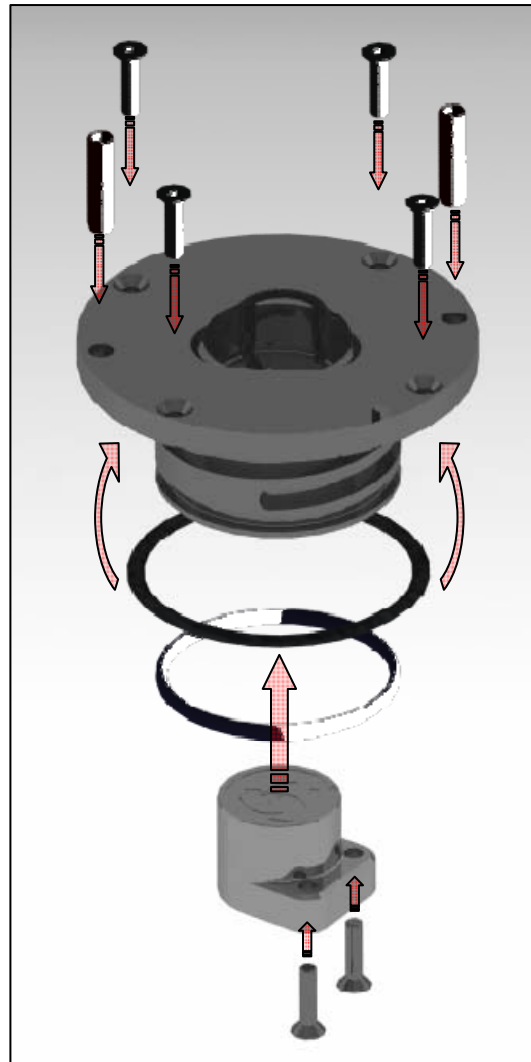


Fig. 8.45. Sistema mecánico de desmoldeo

Los materiales que utilizaremos para estos postizos serán de nuestro proveedor habitual de materiales, AMPCO.

En su catálogo de aleaciones, encontraremos gran variedad de productos y entre ellos se encuentra el AMPCO-M4, que por sus propiedades que a continuación pasamos a describir, será el material que seleccionaremos para fabricar nuestros postizos.

Proveedor: AMPCO

- Referencia : AMPCO-M4 Composición nominal :

Aluminio	(Al)	10.5%
Hierro	(Fe)	4.8%
Níquel	(Ni)	5.0%
Manganeso	(Mn)	1.5%
Otros		max. 0.5%

Cobre (Cu) resto

El proceso patentado de producción del AMPCO- M4 le confiere propiedades mecánicas superiores a las de los bronce al aluminio y níquel comerciales. Sus propiedades mecánicas puede ser comparables a las del cobre al berilio, con la ventaja de que es menos costoso y no tiene los requisitos industriales de higiene que tiene el uso del berilio.

Aplicaciones

Se recomienda AMPCO® M4 para aplicaciones que comportan elevadas cargas mecánicas y temperaturas muy altas. Esta aleación se distingue por su alta resistencia al desgaste, a la fricción, a la abrasión y a la corrosión.

Como en nuestro caso que os postizos estarán expuestos, a altas temperaturas, así como a un desgaste y a una posible corrosión por su circuito de refrigeración interno.

Una vez seleccionado los materiales del grupo del lado de Inyección, pasamos a la selección de los materiales del grupo del lado de Expulsión.

Grupo de Postizos lado expulsión

El grupo de Postizos del lado de Expulsión, estará formado por cuatro piezas principales, y tan sólo una de ellas será un Normalizado de Hasco.

El grupo se encontrará unido mecánicamente al sistema de desenroscado HASCO, mediante el punzón que llevará grabada la figura de la rosca a desmoldear.

Los materiales serán seleccionados en función de su aplicación en el molde, que a continuación pasamos a describir.

Eje Postizo-Piñón

Proveedor: HASCO Z 174

Su función será la de recibir el movimiento de transmisión del sistema de engranajes, para el desmoldeo de roscas de Hasco.

Deberá de ser mecanizado según las indicaciones marcadas en el plano.

Casquillo Precinto.

Su función será la de guiar, al punzón y a su vez llevará grabada la figura del precinto de seguridad. El material seleccionado será el mismo utilizado para los postizos de Inyección AMPCO-M4, ya que sus propiedades, como las resistencia a la fricción y altas temperaturas le hacen ser la mejor elección.

Casquillo expulsión.

Su función es la de asegurar el cierre de molde. En su superficie exterior, deberá de soportar, la fuerza de cierre de molde, así como una perfecta línea de partición. Como en el caso anterior, seleccionaremos AMPCO-M4 como material.

Casquillo roscado.

Su función será la de dar el paso de rosca idéntico al paso de rosca de la pieza a desmoldear, de este modo aseguraremos que el paso sea el correcto. El material seleccionado será un acero 1.1730.

El montaje del grupo de expulsión será sencillo. Fijaremos a la placa de Punzón del lado de Inyección, el casquillo de expulsión con tres tornillos allen. Por su parte el Casquillo Precinto irá fiado a la placa suplemento del lado de expulsión, de este modo ambos casquillos servirá de guía para el punzón Hasco, que se alojará dentro de cada una de las piezas. El punzón Hasco deberá de ser engranado en el sistema de desmolde Hasco, y posteriormente roscado en el casquillo roscado que marcará el paso de rosca. Es importante que el operario ajuste correctamente la posición de inicio del desmoldeo, para asegurar así una correcta inyección y expulsión de la pieza inyectada.

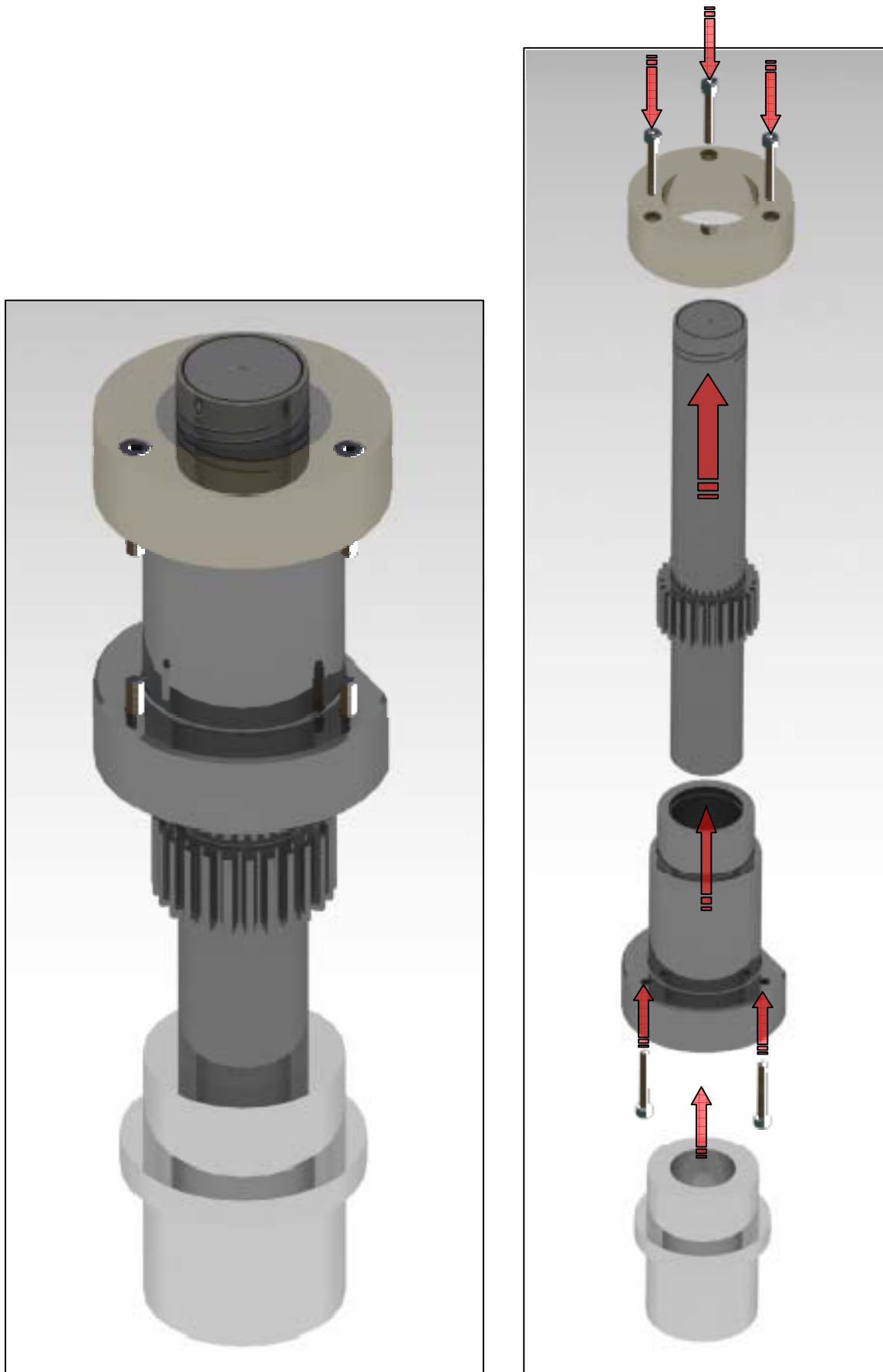


Fig. 8.46. Sistema mecánico de desmoldeo

9.3. TÉCNICAS DE MEJORA DE PROCESOS SMED

Como hemos comentado anteriormente, se ha diseñado un postizo exclusivo para el logotipo del tapón inyectado. De esta manera siempre que nuestro cliente, desee modificar el logotipo de su producto, o bien inyectar piezas para un tercer cliente, tan solo con una simple operación de un operario, podremos obtener la modificación deseada.

Técnica de Cambio rápido de postizo SMED:

Tal y como se ha descrito anteriormente, el postizo SMED, se haya fijado dentro del postizo fijo de inyección mediante dos tornillos allen avellanados. A su vez el postizo fijo de inyección estará fijado mediante tres tornillos a la placa de cavidad. De este modo, el operario podrá acceder al cambio rápido de postizos, sin necesidad de desmontar el molde de la máquina de inyección, ya que tendrá acceso a desmontar el postizo fijo de inyección y posteriormente desmontar y montar el nuevo postizo SMED, con el nuevo logotipo deseado.

En estas imágenes podremos ver la secuencia que deberá de seguir el operario para hacer el cambio rápido de postizos SMED.

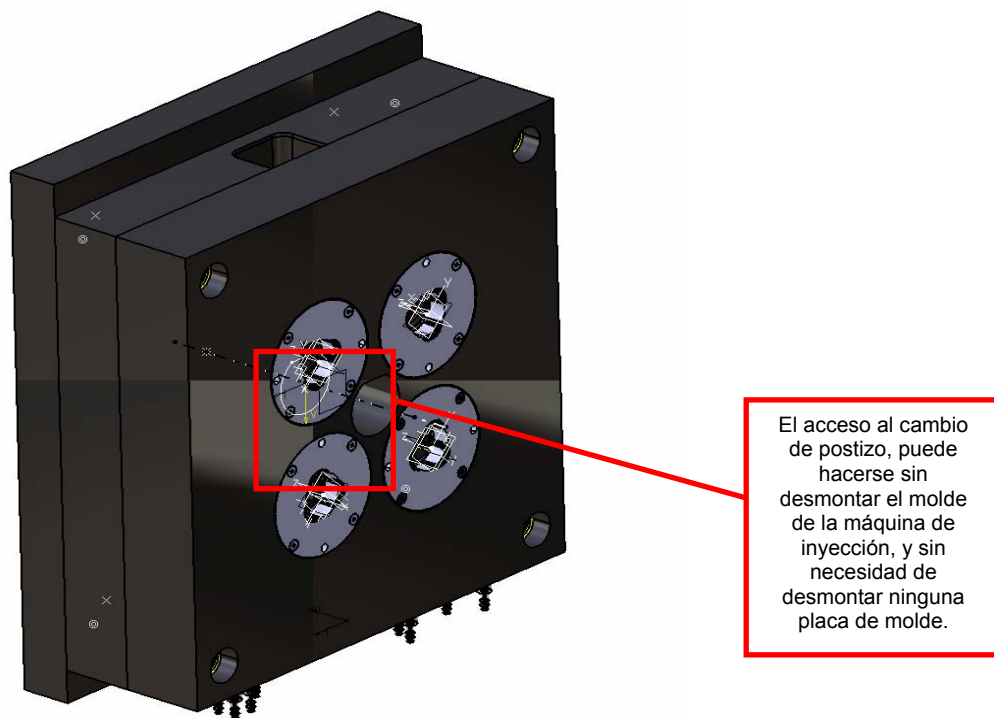
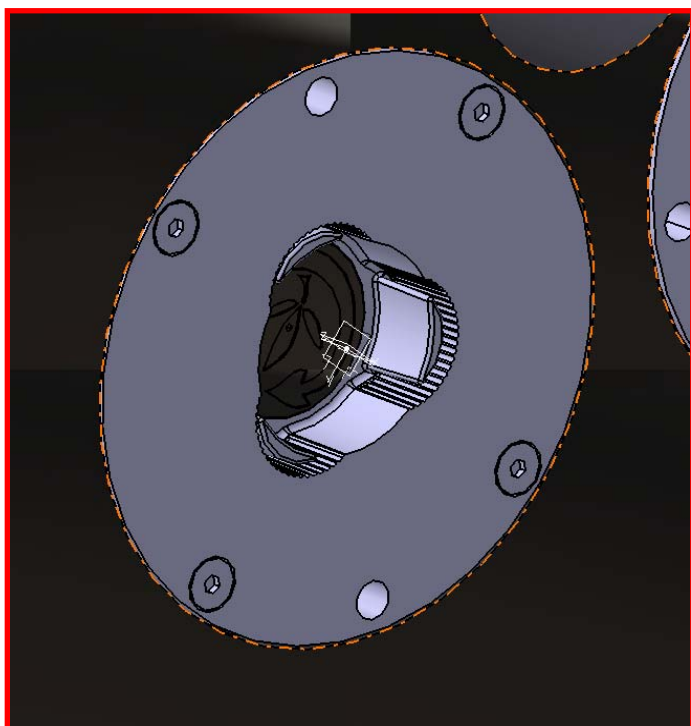


Fig. 8.47. Sistema mecánico de desmoldeo



Con tan solo cuatro
tornillos allen
podremos desmontar
el postizo fijo de
inyección.

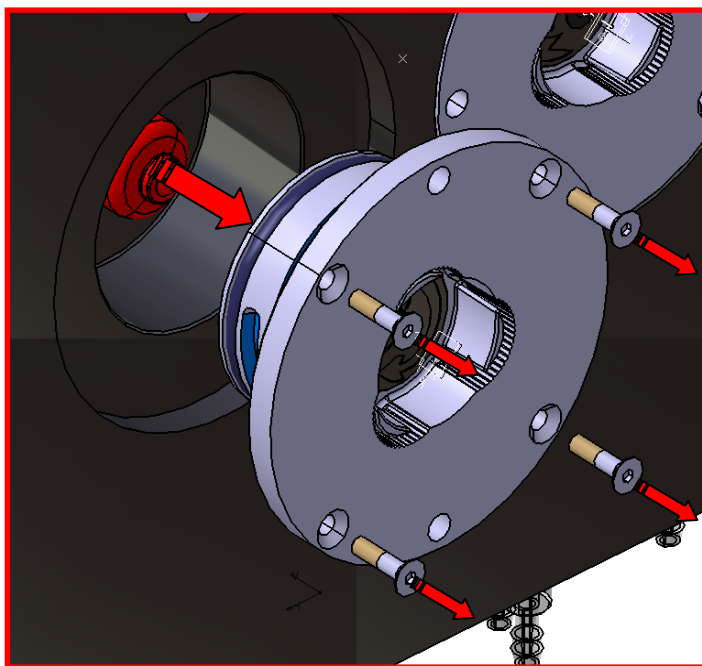
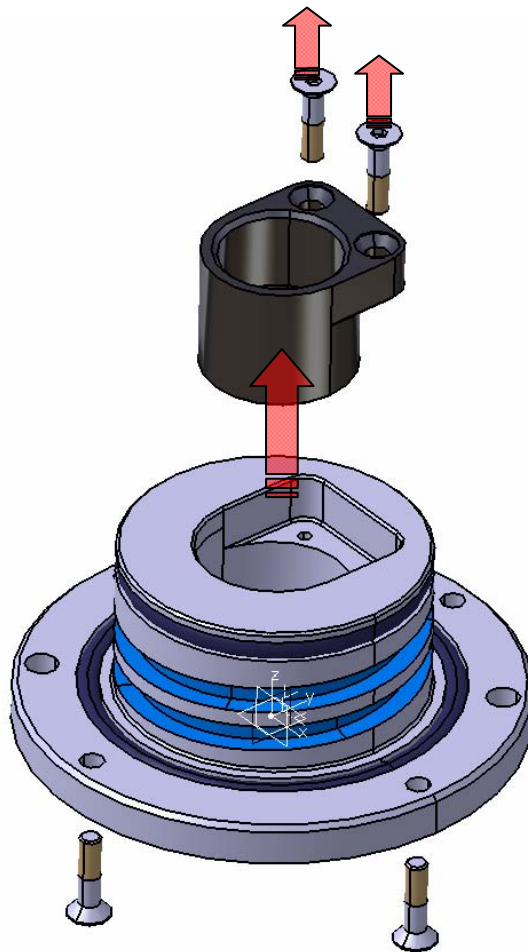


Fig. 8.48. Sistema mecánico de desmoldeo



Posteriormente, el postizo SMED que se encuentra alojado en el Postizo fijo de inyección, podrá ser desmontado, contando solo dos tornillos allen.

Fig. 8.49. Sistema mecánico de desmoldeo

El cambio rápido de postizos SMED, nos proporcionará un valor añadido al proyecto, ya que nos podremos adaptar a la demanda de cualquier cliente por nuestro producto, en muy poco tiempo, reduciendo así costes de producción y proporcionando una flexibilidad de fabricación elevada.

10. CALCULOS JUSTIFICATIVOS

10.1. CALCULOS DEL SISTEMA DE DESMOLDEO MECANICO

10.1.1 Pieza a desmoldear

Para el desmoldeo completo de la rosca de la pieza inyectada, son necesarios 13mm, pero con estos 13mm de desmoldeo no bastará, ya que el postizo que nos desmoldea la rosca, tiene que quedar por debajo de la geometría del precinto de seguridad de la pieza inyectada, de este modo al comenzar la expulsión por placa anteriormente comentada, permitirá la flexión hacia el interior del mismo.

Paso rosca tapón	Px	9mm
Longitud rosca tapón	l	13mm
Longitud total de desmoldeo	L	18mm
Diámetro interno tapón	d	30mm

10.1.2 Cálculo y relación de transmisión sistema eje helicoidal

El parámetro fundamental, que nos definirá la relación de transmisión necesaria de sistema mecánico, será el número total de revoluciones necesario para el desmoldeo de la pieza.
Este parámetro lo podemos definir mediante la siguiente relación.

$$U_b = \frac{L}{P_x} + U_s = \frac{18mm}{9mm} + 0.5rev = 2.5rev$$

10.1.3 Cálculo y relación de transmisión sistema eje helicoidal

Otro aspecto a tener en cuenta es la relación de transmisión que existe entre la rueda dentada ensamblada con la tuerca helicoidal y el Postizo Eje-Piñón.
Esta relación la podemos obtener mediante el número de dientes de la rueda dentada y el piñón.

$$n_a = \frac{z_b}{z_a} = \frac{26}{70} = 0.371$$

Podemos decir que:

$$1 \text{ rev. } b = 0.371 \text{ rev. } a$$

Por lo tanto, para identificar el número de revoluciones necesarias para que la rueda dentada transmita el movimiento al Postizo Eje-Piñón, se establece la siguiente relación.

$$1 n_b = 0.371 n_a$$

$$U_b = U_a$$

$$U_a = \frac{U_b * 0.371}{n_b} = \frac{2.5rev * 0.371}{1} = 0.9275rev.$$

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

Haciendo una aproximación, establecemos que:

$$U_a = 0.9275 \text{ rev.} \approx 1 \text{ rev.}$$

Por lo tanto,

$$1U_a = 2.5 U_b$$

10.1.4 Relación de transmisión Eje helicoidal – Rueda dentada

Por definición el conjunto que forma el Eje helicoidal y la rosca helicoidal, es un mecanismo que al desplazarse longitudinalmente el eje helicoidal, transmite este movimiento rectilíneo en un movimiento de revolución sobre el eje del mecanismo.

El eje helicoidal se caracteriza por su número de entradas (z), que es su número de dientes, y su paso (P_1), que define la distancia longitudinal que recorre la hélice a lo largo del eje hasta completar una vuelta sobre el eje.

La longitud L_R es independiente del número de entradas (z), porque el paso (P_1) ya indica el recorrido que avanza el eje por cada revolución de la tuerca.

Por lo tanto la relación de transmisión que existe entre el eje helicoidal y la tuerca helicoidal la podemos definir como:

$n_t = n^\circ$ de revoluciones tuerca

$P_1 =$ Paso

$L_R =$ Longitud Recorrida

$$L_R = P_1 * n_t$$

10.1.5 Recorrido necesario de apertura de molde

Con los datos ya obtenidos, ya podemos calcular y establecer una relación entre el recorrido longitudinal del eje helicoidal y el número de revoluciones necesarias para desmoldear y expulsar la pieza la pieza.

Para ello primeramente calcularemos la primera y segunda apertura de molde y así establecer el recorrido total de apertura de molde.

Paso Eje Helicoidal	P_1	80mm
Revoluciones necesarias Rueda dentada	U_a	1rev.

Recorrido 1ª Apertura de Molde (L_{R1})

$$L_{R1} = U_a$$

$$P_1 = 1 \text{ rev}$$

$$L_{R1} = \frac{P_1 * U_a}{1 \text{ rev}} = \frac{80 \text{ mm} * 1 \text{ rev}}{1 \text{ rev}} = 80 \text{ mm}$$

Recorrido 2ª Apertura de Molde (L_{R2})

El recorrido de la segunda apertura de molde, será el suficiente como para que el casquillo libere la geometría de la pieza inyectada.

La altura del precinto es de 5 mm, por lo tanto con 8 mm de recorrido de 2ª apertura será suficiente.

Recorrido total de apertura de molde (L_{RT})

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

El recorrido total de apertura de molde será la suma de las dos aperturas de molde.

$$L_{RT} = L_{R1} + L_{R2} = 80\text{mm} + 8\text{mm} = 88\text{mm}$$

11. MEMORIA ECONOMICA**11.1. Características técnicas**

El proyecto se base en la innovación, investigación y diseño de un tapón de plástico de agua mineral, que pretende ofrecer una alternativa a un producto ya existente. Para el desarrollo se requiere un estudio previo a las necesidades del mercado, así como un estudio exhaustivo de las nuevas tecnologías, propuestas y opciones de materiales alternativos y sostenibles.

Se desarrolla el diseño del molde, haciendo referencia a la máquina de inyección, sistema de inyección y materiales y piezas utilizadas para el molde, se justifica los cálculos necesarios para su fabricación, así como el sistema de desmoldeo, refrigeración y análisis reológico.

11.2. Presupuesto

POS	UM	DESCRIPCION	CANT	UNITARIO	TOTAL
1.		INGENIERIA			
1.1	u	Estudio e Innovación del nuevo producto.	1	9.613,80	9.613,80
1.1.1		Productos existentes en el mercado			
1.1.2		Análisis y estudio del consumidor			
1.1.3		Estudio y análisis de posibles alternativas.			
1.1.4		Propuesta. Sketch concepto.			
1.1.5		Diseño Técnico de la pieza de Plástico.			
1.1.6		Estereolitografía.			
1.2	u	Selección de material alternativo y sostenible.	1	7.203,00	7.203,00
1.2.1		Solicitaciones y datos técnicos de la pieza.			
1.2.2		Opciones de materiales plásticos en el mercado.			
1.2.3		Material seleccionado.			
1.2.4		Simulación y análisis reológico.			
1.3	u	Diseño de Molde de inyección.	1	9.775,50	9.775,50
1.3.1		Anteproyecto			
1.3.2		Máquina de inyección.			
1.3.3		Sistema de inyección.			
1.3.4		Numero de cavidades de molde.			
1.3.5		Sistema de desmoldeo y expulsión.			
1.3.6		Secuencia de ciclo.			
		Total ingeniería			26.592,30
2.		NORMALIZADOS MOLDE			
2.1	u	PORTAMOLDES			

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

2.1.1	u	Placa porta-moldes HASCO, ref. K10/346x346x36/1.1730 y mecanizado según planos	2	612,35	1.224,70
2.1.2	u	Placa porta-moldes HASCO, ref. K20/346x346x56/1.1730 y mecanizado según planos	1	985,64	985,64
2.1.3	u	Placa porta-moldes HASCO, ref. K20/346x346x66/1.1730 y mecanizado según planos	1	1.032,21	1.032,21
2.1.4	u	Placa porta-moldes HASCO, ref. K30/346x346x56/1.1730 y mecanizado según planos	1	983,16	983,16
2.1.5	u	Placa porta-moldes HASCO, ref. K30/346x346x36/1.1730 y mecanizado según planos	3	582,86	1.748,58
2.1.6	u	Placa porta-moldes HASCO, ref. K40/346x346x76/1.1730 y mecanizado según planos	2	422,18	844,36
2.2	u	SISTEMA DE DESENROSCADO			
2.2.1	u	Eje postizo-piñón HASCO, ref. Z1550/34x180/26/1,5 y mecanizado según planos	4	831,29	3.325,16
2.2.2	u	Rueda dentada HASCO, ref. Z1553/45/20/70/1,5	2	230,06	460,12
2.2.3	u	Tuerca helicoidal HASCO, ref. Z1520/Tr.25x160/L/125	1	323,99	323,99
2.2.4	u	Chaveta HASCO, ref. Z1558/12x8x25	1	18,97	18,97
2.2.5	u	Cojinete HASCO, ref. Z1560/75x45	2	132,30	264,60
2.2.6	u	Eje helicoidal HASCO, ref. Z1500/Tr.25x80/L/315	1	280,18	280,18
2.3	u	SISTEMA EXPULSION POR PLACA			
2.3.1	u	Palancas de expulsión HASCO, ref. Z174/50	2	273,71	547,42
2.4	u	CAMARA CALIENTE			
2.4.1	u	Cámara caliente THERMOPLAY, ref. SS061759-000_ASM	1	6.895,04	6.895,04
2.4.2	u	Boquilla THERMOPLAY, ref. D22-1	4	365,30	1.461,20
2.5	u	COLUMNAS MOLDE			
2.5.1	u	Columna HASCO, ref. Z00/36/18x165	4	132,59	530,36
2.6	u	CASQUILLOS MOLDE			
2.6.1	u	Casquillo HASCO, ref. Z10/96/18	4	76,89	307,56
2.6.2	u	Casquillo HASCO, ref. ZZ11/46/18	4	62,19	248,76
2.6.3	u	Casquillo HASCO, ref. ZZ20/26x120	4	68,07	272,28
2.7	u	TORNILLERIA			
2.7.1	u	Tornillo avellanado HASCO, ref. Z30/12x80	4	1,92	7,68
2.7.2	u	Tornillo avellanado HASCO, ref. Z30/12x60	4	1,76	7,04
2.7.3	u	Tornillo avellanado HASCO, ref. Z30/12x40	4	1,62	6,48
2.7.4	u	Tornillo avellanado HASCO, ref. Z30/4x25	24	0,95	22,80
2.7.5	u	Tornillo avellanado HASCO, ref. Z33/4x16	24	0,95	22,80

Innovación, Diseño e Ingeniería de Productos Plásticos.

2.8	u	PASADORES			
2.8.1	u	Pasador HASCO, ref. Z26/6x24	8	0,88	7,04
2.9	u	JUNTA TÓRICA			
2.9.1	u	Junta tórica EPIDOR, ref.			
2.10	u	CONECTORES REFRIGERACION			
2.10.1	u	Enchufe rápido HASCO, ref. Z80/5	14	5,15	72,10
2.11	u	ARANDELA SEGER			
2.11.1	u	Arandela HASCO, ref. Z68/32x1-2	4	0,88	3,52
		Total normalizado			21.903,75
3.	u	MATERIAL POSTICERÍA			
3.1	u	Postizo Fijo Inyección	4	1.520,72	6.082,88
3.2	u	Postizo SMED Inyección	4	1.051,43	4.205,72
3.3	u	Postizo Expulsión Placa	4	809,09	3.236,36
3.4	u	Casquillo Precinto	4	1.228,33	4.913,32
3.5	u	Casquillo Roscado	4	1.189,68	4.758,72
		Total posticería		5.799,25	23.197,00
		TOTAL			71.693,05

12. VALORACIÓN Y CONCLUSIONES

Tras los estudios, diseños, valoraciones y decisiones tomadas, el producto y el proyecto realizado ha sido todo un éxito.

Basándonos en una idea principal, el ofrecer al consumidor una alternativa a los productos ya existentes, hemos desarrollado un producto, acorde con las necesidades y exigencias del mercado actual, manteniendo siempre una sensibilización con el medio ambiente, utilizando materiales y tecnologías lo más sostenible posibles.

Hemos tratado de ofrecer a nuestro cliente una solución de la más alta calidad, y acorde a las necesidades demandadas. El producto creado, es una opción viable y de muchas garantías para el mercado actual.

El haber trabajado con un esquema previo, dividiendo las fases de investigación, de diseño, de ingeniería y de desarrollo, nos ha proporcionado una visión global de todo el trabajo que hay detrás de un producto.

Cabe destacar, que al haber obtenido un prototipo físico, gracias a la estereolitografía, el proyecto ha adquirido un valor extra, ya que podemos valorar, físicamente el resultado de los estudios y diseños realizados.

13. AGRADECIMIENTOS

Han sido muchos años de trabajo y de formación continua dentro de la EPSEVG, y queremos agradecer a todos los profesores, sus consejos y motivaciones recibidos durante estos años.

Durante la fase del PFC, agradecemos especialmente el apoyo de Joan Josep Aliau, así como los consejos de Joan Sangrà.

Por otro lado destacar la colaboración desinteresada del Centro tecnológico ASCAMM, en especial a Pol Palouzie, que nos proporcionó la opción de crear un prototipo gracias a la técnica de la estereolitografía.

Finalmente agradecer, a nuestros padres, amigos, compañeros y en especial a nuestras novias, su apoyo, comprensión y ánimos recibidos durante el PFC y a su vez durante todos estos años de carrera.

Gracias a todos, sin vosotros no hubiera sido posible.

14. ANEXOS

14.1. Anexo 01: Braisntorming Tapón

DDPR BRAINSTORMING Diseño Tapón

Nº	Productos nuevos	Puntos
1	Hendiduras en las formas	6
2	Zonas con más Grip	7
3	Acabado suerficial variable	5
4	Aumentar el par Modif. Forma	9
5	Apertura presion Tapon	5
6	Apertura por presión a botella	5
7	I+D nuevos materiales	8
8	Tapon Forma de maneta	2
9	Tapon con cremallera	2
10	Tapon juntas de goma	2
11	Apertura i cierre como los termos	3
12	Diseño retro Botellas antiguas	1
13	Apertura mediante eje basculante	3
14	Ciere cónico interior	4
15	Eliminar precinto de seguridad	7
16	Apertura mediante pulsador	2
17	Tap forma ovalada	5
18	Tap forma cuadrada	3
19	Tap exagonal	6
20	Tap amb expulsor central	1
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		

Nº	Productos ABC	Ptos
A	Aumentar el par Modif. Forma	11
B	I+D nuevos materiales	8
C	Zonas con más Grip	7
D	Eliminar precinto de seguridad	7
E	Hendiduras en las formas	6
F	Tap exagonal	6

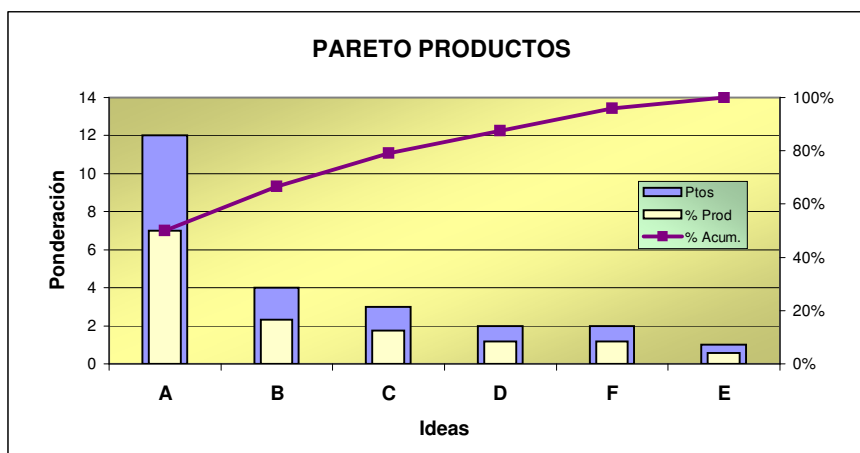
Procedimiento de elaboración
1.- Brainstorming de los posibles productos a diseñar.
2.- Realizar 1ª selección de ideas descartando las NO apropiadas.
3.- Ponderar las mas valoradas en función de su importancia.
4.- Resumir ponderación.
5.- Ordenar de mayor a menor.
6.- Confeccionar el gráfico de Pareto.
7.- Realizar última selección de los productos finalistas (80%).
8.- Selección con criterios definitivos.

Ponderación por importancia											
Nº	Ideas	B		C		D		E		F	
A	Aumentar el par Modif. Forma	A	2	A	2	A	3	A	2	A	3
B	I+D nuevos materiales			B	1	B	2	E	1	F	1
C	Zonas con más Grip					C	2	C	1	C	1
D	Eliminar precinto de seguridad							D	1	D	1
E	Hendiduras en las formas									F	1
F	Tap exagonal										

Aspectos Fundamentales	
Nº	
1	Ergonomía
2	Diseño
3	Facilidad al uso
4	Gamma Variada
5	Economico
6	Medio ambiente

Nº	Ideas	Ptos	%
A	Aumentar el par Modif. Forma	12	50,0%
B	I+D nuevos materiales	3	12,5%
C	Zonas con más Grip	4	16,7%
D	Eliminar precinto de seguridad	2	8,3%
E	Hendiduras en las formas	1	4,2%
F	Tap exagonal	2	8,3%
Total		24	100%

Nº	Productos	Ptos	% Prod	% Acum.
A	Aumentar el par Modif. Forma	12	50,0%	50,0%
B	Zonas con más Grip	4	16,7%	66,7%
C	I+D nuevos materiales	3	12,5%	79,2%
D	Eliminar precinto de seguridad	2	8,3%	87,5%
F	Tap exagonal	2	8,3%	95,8%
E	Hendiduras en las formas	1	4,2%	100,0%
Total		24	100%	



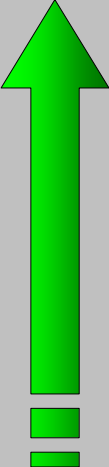





14.2. Anexo 02: QFD Tapón



Requisitos de Diseño (COMO).			Número de Línea.	Prioridad. (A=alta, M=media, B=baja).	Concepto		Forma	M.Prima	Proceso				Requisitos del cliente.					Requerimiento Crítico del Cliente.		
															H = Hoy	C = Competencia	O = Objetivo		Análisis de la competencia.	
Requisitos del Cliente (QUE).					Zonas con más Grip	Eliminar precinto de seguridad	Aumentar el par Modif. Forma	I+D nuevos materiales	Sistema Desmoldeo	Sistema de inyección										
Nº de columna.					1	2	3	6	9	10	11	12	1	2	3	4	5			
Diseño	Diseño Innovador	1	A	○	⊙	⊙									H		O			
Funcion	Ergonomía	4	B	⊙	⊙	⊙									H		O			
Resist.	Facilidad al uso	5	M	⊙	○	⊙										H				
	Par de apertura	6	B	○	○	⊙									H		O			
Medio Ambien	Reciclable	7	M				⊙									H	O			
	Proceso Sostenible	8	M				⊙								H		O			
Coste	Ciclos de inyección	9	M					⊙	○						H	O				
Dificultad para alcanzar el objetivo. (1=fácil, 5=difícil)					3	4	2	2	3	4										
Análisis de la competencia de las características internas.	H = Hoy	5											Fecha: ⊙ Fuerte ⊙ Media ○ Baja							
	C = Competencia	4																		
	O = Objetivo	3																		
	.	2																		
	.	1																		






14.3. Anexo 03: Plásticos Reciclaje

CLASIFICACIÓN - RECICLAJE DE PLÁSTICOS

	INDICE	MATERIAL			USO COMÚN	RECICLAJE	USO DESPUÉS DEL RECICLADO
		DENOMINACION	ABREVIATURA	SIMBOLOGIA			
	2	POLIETILENO ALTA DENSIDAD	HDPE		Botellas para productos alimenticios, detergentes, contenedores, juguetes, bolsas, embalajes y film, laminas y tuberías.	MODERADAMENTE LOS INCOLOROS	Bolsas industriales, botellas detergentes, contenedores, tubos
	4	POLIETILENO BAJA DENSIDAD	LDPE		Film adhesivo, Bolsas, revestimientos de cubos, recubrimiento contenedores flexibles, tuberías para riego.	RARAMENTE RECICLADO	Bolsas para residuos, e industriales, tubos, contenedores, film uso agrícola, vallado
	5	POLIPROPILENO	PP		Envases para productos alimenticios, Cajas, tapones, piezas de automoviles, alfombras y componentes eléctricos.	RARAMENTE RECICLADO	Cajas multiples para transporte de envases, sillas, textiles
	6	POLIESTIRENO	PS		Botellas, vasos de yogures, recubrimientos	DIFICIL RECICLAR RECICLADO	Aislamiento térmico, cubos de basura, accesorios oficina
	7	POLICLORURO DE VINILO	PVC		Marcos de ventanas, tuberías rígidas, revestimientos para suelos, botellas, cables aislantes, tarjetas de crédito, productos de uso sanitario.	DIFICIL DE RECICLAR GRAN CANTIDAD DE ADITIVOS	Muebles de jardín, tuberías, vallas, contenedores

14.4. Anexo 04: Plásticos comparativa

TABLA COMPARATIVA - SELECCIÓN DE MATERIAL PLÁSTICO

MATERIAL			PROCESO RECOMENDADO						PROPIEDADES MECÁNICAS		DENSIDAD		RECICLAJE		Indice de valor
DENOMINACION	ABREVIATURA	CODIGO	TEMPERATURA MOLDE		TEMPERATURA FUSIÓN		TEMPERATURA EXPULSIÓN		MODULO DE ELASTICIDAD						
			Valor 10%	°C	Valor 20%	°C	Valor 20%	°C	Valor 20%	(Mpa)	Valor 5%	g/cm3	Valor 25%	INDICE	Valor 100%
POLIPROPILENO	PP		6	20-80	6	200-280	8	120	6	1700	8	0.93	4,00	5	6
POLIETILENO ALTA DENSIDAD	HDPE		7	20-60	6	230-270	8	115	8	2600	8	0.94	7,00	2	7,25
POLIETILENO BAJA DENSIDAD	LDPE		6	20-70	7	180-280	6	80	6	1500	8	0.95	6,00	4	6,3
POLIESTIRENO	PS		6	20-70	7	180-280	6	80	9	3000	7	1,05	2,00	6	5,85
POLICLORURO DE VINILO	PVC		8	21-37	8	148-212	5	70	9	2900	6	1,39	1,00	7	5,75
DERIVADOS DEL MAIZ	PLA	*	7	25-50	7	180-200	6	80	3	555	6	1,24	10,00	1	6,7

14.5. Anexo 05: Ficha técnica SABIC



SABIC® HDPE M80063CO

Polietileno de alta densidad para Moldeo por inyección

Descripción.

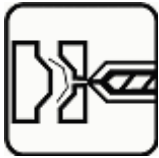
SABIC® HDPE M80063CO tiene propiedades organolépticas controladas que son requeridas, por ejemplo, para tapones de botellas de agua mineral. Es un grado de fácil procesamiento y alta rigidez. Este grado está desarrollado especialmente para la producción de tapones de rosca para botellas de PET (agua mineral / bebidas sin gas).

Características.

Revisión 20081029

Propiedades	Units-SI	Valor	Métodos de análisis
Propiedades del polímero			
Índice de fluidez (MFI)			ISO 1133
a 190 °C y 2.16 kg	g/10 min	8.0	
a 190 °C y 5 kg	g/10 min	23	
proporción de volumen fundido (MVR)			ISO 1133
a 190 °C y 2.16 kg	ml/10 min	11	
a 190 °C y 5 kg	ml/10 min	30	
Densidad ¹⁾	kg/m ³	963	ISO 1183
Propiedades mecánicas ^{1) 2)}			
Ensayo de tracción ^{3) 4)}			ISO 527-2
resistencia en el punto de fluencia	MPa	31	
resistencia a la rotura	MPa	15	
alargamiento a la rotura	%	> 200	
módulo de tracción	MPa	1450	
Módulo de fluencia ^{5) 6)}			ISO 899
después de 1 hora	MPa	625	
después de 1000 horas	MPa	275	
Izod con entalla			ISO 180/A
a + 23 °C	kJ/m ²	4	
a - 30 °C	kJ/m ²	4	
Dureza Shore D	-	65	ISO 868
ESCR ⁷⁾	h	40	SABIC method
Propiedades térmicas			
Temp. de deformación bajo carga ^{1) 2)}			ISO 75-2
a 0.45 MPa [HDT/B]	°C	94	
Temperatura Vicat ^{1) 2)}			ISO 306
a 10 N [VST/A]	°C	129	
Ensayo DSC			DIN 53765
punto de fusión	°C	134	
cambio de entalpía	J/g	226	

- 1) Condiciones del moldeo por compresión de la muestra según ISO 1872-2
- 2) Acondicionamiento de la muestra: temperatura 23 °C, humedad relativa 50%, 24 horas
- 3) Velocidad del ensayo: 50 mm/min
- 4) Muestra de ensayo según ISO 527-2 tipo 1BA, grosor 2 mm
- 5) Muestra de ensayo según ISO 3167, grosor 4 mm
- 6) Determinado a 23 °C, 3 MPa
- 7) Determinado en Rhodacal-DS10 a 60 °C, 2 MPa, grosor 3 mm



SABIC® HDPE M80063CO

Polietileno de alta densidad para Moldeo por inyección

Información general. La gama de productos SABIC® HDPE de moldeo por inyección utilizan en su proceso un catalizador Ziegler/Natta. Como consecuencia, la característica principal del grado SABIC® HDPE es una estrecha distribución del peso molecular, que permite la producción de artículos con altos niveles de fluidez y espesor de la pared, sin riesgo de distorsión. Características adicionales son el alto grado de pureza del polímero, una alta estabilidad durante el proceso y un buen color natural. Estas propiedades están directamente ligadas al especial proceso productivo de estos materiales.

Normativa con respecto a salud, seguridad y contacto con alimentos. Se facilita información detallada en las correspondientes Hojas de Seguridad y/o Declaración Standard de Contacto con Alimentos, disponibles en Internet (www.SABIC-europe.com). A través de la Oficina de Ventas local puede solicitarse información específica adicional.

Calidad. SABIC Europe tiene certificación ISO 9001, norma de calidad internacionalmente aceptada. Es la política de SABIC Europe suministrar materiales que cumplan las especificaciones y necesidades del cliente y mantener su reputación como el mejor y más fiable proveedor de p.e. polietilenos.

Medio ambiente y reciclado. Al pensar en los aspectos medioambientales de los materiales de embalaje no sólo debemos tener en cuenta sus residuos sino también el uso y la conservación de los recursos naturales, tanto los destinados a la industria como los que utilizamos para nuestra alimentación. SABIC Europe considera al polietileno como un material de embalaje que no daña el medio ambiente. Su consumo de energía es bajo y las emisiones al aire y al agua insignificantes de modo que podemos decir que el polietileno constituye la alternativa ecológica a los materiales de embalaje tradicionales. SABIC Europe apoya el reciclado de materiales de embalaje siempre que se obtengan beneficios sociales y ecológicos y donde se fomente una estructura social para la recogida selectiva y clasificación del embalaje. El polietileno - por su estructura molecular sencilla y por su baja cantidad de aditivos- se considera un carburante sin problemas para el reciclado "térmico" de embalajes (p.e. incineración con recuperación de energía).

Limitación de responsabilidad. La información contenida en el presente documento podrá incluir propiedades típicas de nuestros productos o de su rendimiento típico cuando se utilizan en determinadas aplicaciones típicas. Las propiedades reales de nuestros productos, en particular cuando se utilizan conjuntamente con material(es) de cualquier tercero o para cualquier aplicación que no sea típica, podrán diferir de las propiedades típicas.

Será responsabilidad del cliente inspeccionar y probar nuestro(s) producto(s) para quedar satisfecho de la idoneidad del (de los) producto(s) para sus fines y para los fines particulares del cliente. El cliente será responsable del uso, tratamiento y manejo apropiado, seguro y legal de todo(s) el (los) producto(s) que haya adquirido de nuestra empresa.

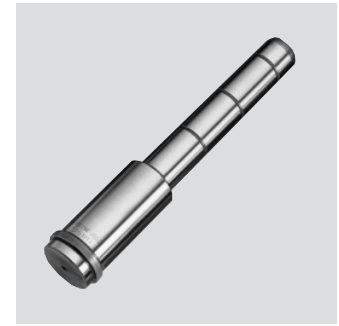
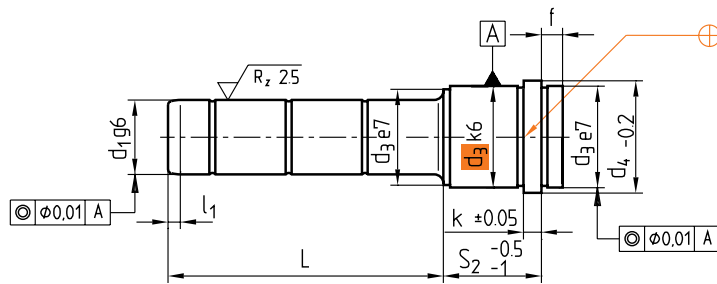
Nada en el presente documento pretende ser o constituirá ningún tipo de garantía, en especial una garantía de comerciabilidad o idoneidad para un fin particular.

SABIC Europe, tal y como se menciona en el presente documento, significa toda persona jurídica perteneciente al grupo de empresas de SABIC Europe.

14.6. Anexo 07: Normalizados

Z00/...

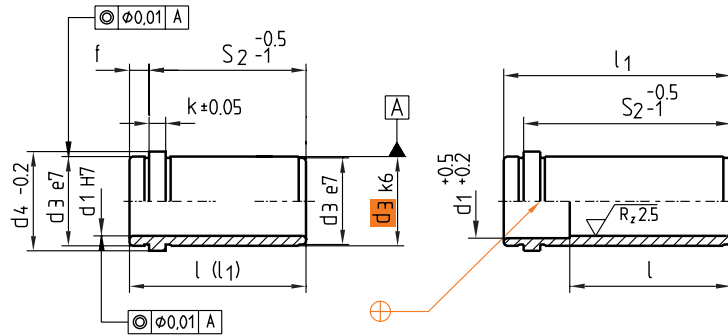
Mat.: $\approx 1.0401/690 + 70 \text{ HV } 30$
 $\approx \text{DIN } 16761\text{-A}$



							\varnothing		\varnothing	
l_1	f	k	d_3	d_4	S_2	d_1	L	Nr./No.	d_1	Nr./No.
7	9	6	26	31	17	18	35	Z00/ 17/18x 35	20	Z00/ 17/20x 35
							55	55		55
							75	75		75
							120	120		120
					22	18	35	Z00/ 22/18x 35	20	Z00/ 22/20x 35
							45	45		45
							65	65		65
							85	85		85
							115	115		115
7	9	6	26	31	27	18	35	Z00/ 27/18x 35	20	Z00/ 27/20x 35
							45	45		45
							65	65		65
							85	85		85
							105	105		105
							125	125		125
							165	165		165
							225	225		225
							245	245		245
7	9	6	26	31	36	18	35	Z00/ 36/18x 35	20	Z00/ 36/20x 35
							55	55		55
							75	75		75
							95	95		95
							115	115		115
							135	135		135
							165	165		165
							225	225		225
							255	255		255
7	9	6	26	31	46	18	35	Z00/ 46/18x 35	20	Z00/ 46/20x 35
							45	45		45
							65	65		65
							85	85		85
							105	105		105
							135	135		135
							165	165		165
							245	245		245
7	9	6	26	31	56	18	35	Z00/ 56/18x 35	20	Z00/ 56/20x 35
							55	55		55
							75	75		75
							95	95		95
							155	155		155

Z10/...

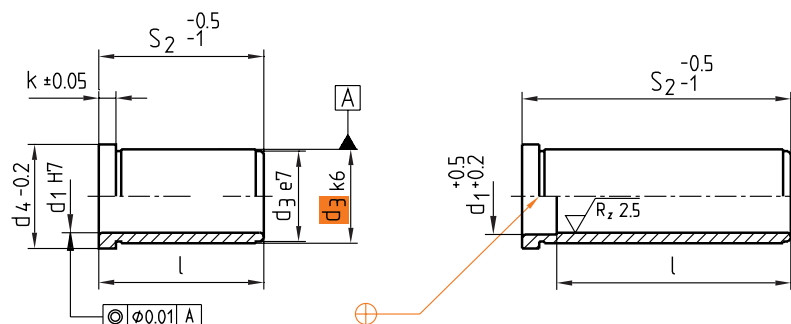
Mat.: ≈ 1.0401/690 + 70 HV 30
≈ DIN 16716 - C



							Ø		Ø	
l	l ₁	f	k	d ₃	d ₄	S ₂	d ₁	Nr./No.	d ₁	Nr./No.
15		3	3	14	16	12	9	Z10/ 12/ 9	10	Z10/ 12/10
20						17		17		17
25						22		22		22
30						27		27		27
39						36		36		36
46	49					46		46		46
	59					56		56		56
	69					66		66		66
26		9	6	20	25	17	14	Z10/ 17/14	15	Z10/ 17/15
31						22		22		22
36						27		27		27
45						36		36		36
55						46		46		46
56	65					56		56		56
	75					66		66		66
	85					76		76		76
	95					86		86		86
	105					96		96		96
	125					116		116		116
26		9	6	26	31	17	18	Z10/ 17/18	20	Z10/ 17/20
31						22		22		22
36						27		27		27
45						36		36		36
55						46		46		46
65						56		56		56
75						66		66		66
76	85					76		76		76
	95					86		86		86
	105					96		96		96
	125					116		116		116
	145					136		136		136
26		9	6	30	35	17	22	Z10/ 17/22	24	Z10/ 17/24
31						22		22		22
36						27		27		27
45						36		36		36
55						46		46		46
65						56		56		56

Z11/...

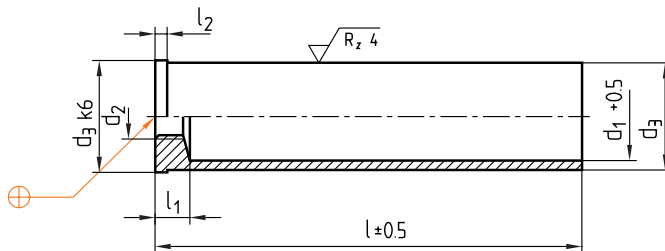
Mat.: ≈ 1.0401/690 + 70 HV 30
≈ DIN 16716-E



					Ø		Ø	
l	d ₃	d ₄	k	S ₂	d ₁	Nr./No.	d ₁	Nr./No.
17	26	31	6	17	18	Z 11/ 17/18	20	Z 11/ 17/20
22	22			22				
27	27			27				
36	36			36				
46	46			46				
56	56			56				
66	66			66				
76	76			76				
	86			86				
	96			96				
	116			116				
17	30			35		6		17
22	22	22						
27	27	27						
36	36	36						
46	46	46						
56	56	56						
66	66	66						
76	76	76						
86	86	86						
96	96	96						
	116	116						
	136	136						
27	42	47	6	27	30	Z 11/ 27/30	32	Z 11/ 27/32
36	36			36				
46	46			46				
56	56			56				
66	66			66				
76	76			76				
86	86			86				
96	96			96				
	116			116				
	136			136				
	156			156				

Z 20/...

Mat.: ≈ 1.0401/690 + 70 HV 30
≈ DIN 16759

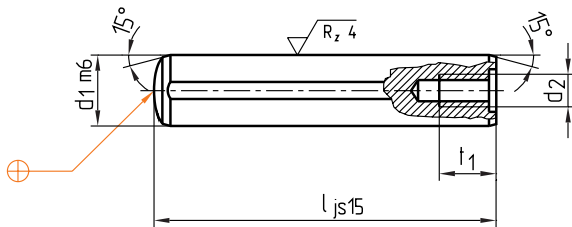


l_1	l_2	d_1	d_2	d_3	Tol.	l	Nr./No.
8	2	11	M 6	14	g6	20	Z 20/14x 20
						30	30
						40	40
						50	50
						60	60
						70	70
						80	80
						100	100
13	2	16	M 8	20	g6	30	Z 20/20x 30
						40	40
						60	60
						80	80
						100	100
						120	120
						140	140
						160	160
13	2,5	21	M10	26	g6	30	Z 20/26x 30
						40	40
						60	60
						80	80
						100	100
						120	120
						140	140
						160	160
13	2,5	25	M12	30	g6	40	Z 20/30x 40
						60	60

l_1	l_2	d_1	d_2	d_3	Tol.	l	Nr./No.
13	2,5	25	M12	30	g6	80	Z 20/30x 80
						100	100
						120	120
						140	140
						160	160
						180	180
						200	200
						240	240
13	4,5	33	M16	42	g6	40	Z 20/42x 40
						60	60
						80	80
						100	100
						120	120
						140	140
						160	160
						180	180
13	4,5	43	M20	54	f6	200	200
						220	220
						260	260
						300	300
13	4,5	43	M20	54	f6	60	Z 20/54x 60
						80	80
						120	120
						160	160
						200	200
13	4,5	43	M20	54	f6	240	240
						280	280

Z 26/...

DIN 7979

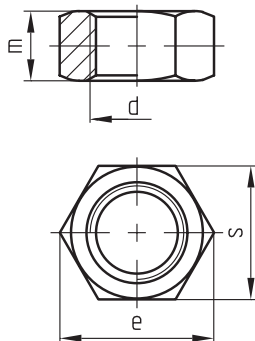


d ₂	t ₁	d ₁	l	Nr./No.
M4	6	6	20	Z26/ 6x20
			24	24
			28	28
			32	32
			40	40
			50	50
M5	8	8	24	Z26/ 8x24
			28	28
			32	32
			40	40
			50	50
			60	60
M6	10	10	80	80
			32	Z26/10x32
			40	40
			50	50
			60	60
			80	80

d ₂	t ₁	d ₁	l	Nr./No.
M 6	10	12	40	Z26/12x 40
			50	50
			60	60
			80	80
			80	80
M 8	12	14	50	Z26/14x 50
			60	60
			80	80
M 8	12	16	50	Z26/16x 50
			60	60
			80	80
			100	100
			100	100
M10	16	20	60	Z26/20x 60
			80	80
			100	100
			120	120

Z 28/...

Mat.: 8.8/800 N/mm²
DIN 934

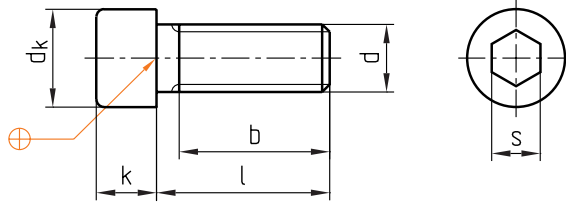


m	s	e	d	Nr./No.
2,2	5,5	6	M3	Z28/3
2,9	7	7,7	M4	4
3,7	8	8,8	M5	5
4,7	10	11,1	M6	6
6,1	13	14,4	M8	8

m	s	e	d	Nr./No.
7,6	17	18,9	M10	Z28/10
9,6	19	21,1	M12	12
10,3	22	24,5	M14	14
12,3	24	26,8	M16	16
14,9	30	33	M20	20

Z30/...

Mat.: 8.8/800 N/mm²
DIN EN ISO 4762 (DIN 912)

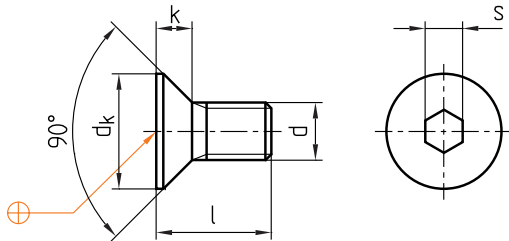


s	dk	k	b	d	l	Nr./No.
3	7	4	7,9	M4	10	Z30/ 4x 10
			9,9		12	12
			13,9		16	16
			17,9		20	20
			22,9		25	25
4	8,5	5	5,6	M5	8	Z30/ 5x 8
			7,6		10	10
			9,6		12	12
			13,6		16	16
			17,6		20	20
			22,6		25	25
			22		30	30
					35	35
5	10	6	7	M6	10	Z30/ 6x 10
			9		12	12
			13		16	16
			15		18	18
			17		20	20
			22		25	25
			27		30	30
			24		35	35
					40	40
					45	45
					50	50
					55	55
					60	60
					65	65
					70	70

s	dk	k	b	d	l	Nr./No.
6	13	8	12,3	M 8	16	Z30/ 8x 16
			14,3		18	18
			16,3		20	20
			21,3		25	25
			26,3		30	30
			31,3		35	35
			28		40	40
					45	45
					50	50
					55	55
8	16	10	11,5	M 10	16	Z30/10x 16
			15,5		20	20
			20,5		25	25
			25,5		30	30
			30,5		35	35
			35,5		40	40
			32		45	45
					50	50
					60	60
					70	70
					80	80
					90	90
					100	100
					110	110
					120	120

Z 33/...

Mat.: 8.8/800 N/mm²
DIN EN 10642 (DIN 7991)

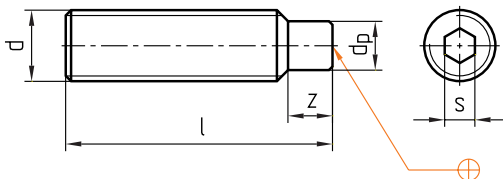


s	d _k	k	d	l	Nr./No.
2,5	8	2,3	M 4	8	Z33/4x 8
				10	10
				12	12
				16	16
				20	20
3	10	2,8	M 5	8	Z33/5x 8
				10	10
				12	12
				14	14
				16	16
4	12	3,3	M 6	12	Z33/6x12
				16	16

s	d _k	k	d	l	Nr./No.
4	12	3,3	M 6	20	Z33/ 6x20
				25	25
				30	30
5	16	4,4	M 8	12	Z33/ 8x12
				16	16
				20	20
				25	25
6	20	5,5	M 10	20	Z33/10x20
				25	25
8	24	6,5	M 12	20	Z33/12x20
				30	30

Z 34/...

Mat.: min. 1455 N/mm²
DIN 915-45 H / ≈ ISO 4028

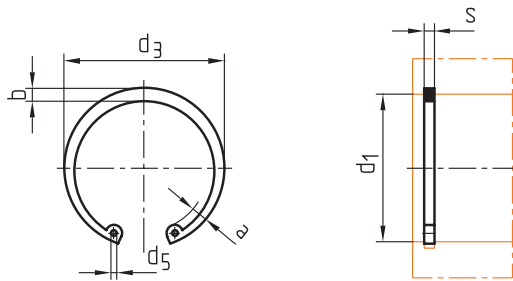


s	z	d _p	d	l	Nr./No.
2	2	2,5	M 4	10	Z34/ 4x10
3	3	4	M 6	18	6x18
				25	6x25
4	4	5,5	M 8	20	8x20
				30	8x30
5	5	7	M 10		10x30

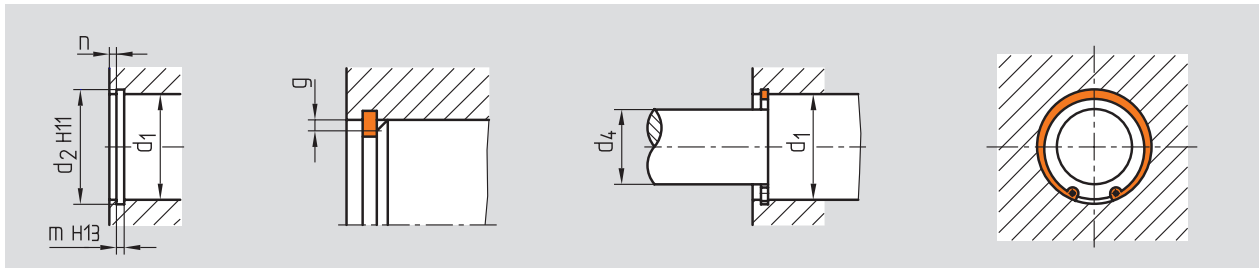
s	z	d _p	d	l	Nr./No.
5	5	7	M 10	40	Z34/10x40
				50	10x50
6	7	8,5	M 12	30	12x30
				40	12x40
8	8	12	M 16	45	16x45
				55	16x55

Z68/...

DIN 472



[Info](#)



Z 681/...	≡ g	≡ n	m	d ₄	d ₂	b	a	d ₅	d ₃	d ₁	s	Nr./No.	
Z 681/1	0,5	0,6	1,1	3,1	10,4	1,4	3,2	1,2	10,8	10	1	Z 68/10x1	
				3,9	11,4	1,5	3,3		11,8	11		11	
				0,8	4,7	12,5	1,7	3,4	1,5	13		12	12
				0,9	5,3	13,6	1,8	3,6		14,1		13	13
		6		14,6		3,7	1,7	15,1	14	14			
	1,1	7	15,7	2		16,2	15	15					
	1	1,2	7,7	16,8		3,8		17,3	16	16			
			8,4	17,8	2,1	3,9		18,3	17	17			
		1,5	8,9	19	2,2	4,1	2	19,5	18	18			
			9,8	20				20,5	19	19			
10,6			21	2,3		21,5		20	20				
11,6			22	2,4	4,2	22,5		21	21				
12,6			23	2,5		23,5		22	22				
1,7		1,3	13,6	24,1			24,6	23	1,2	Z 68/23x1,2			
14,2			25,2	2,6	4,3	25,9	24	24					
15			26,2	2,7	4,5	26,9	25	25					
15,6	27,2		2,8	4,7	27,9	26	26						
16,6	28,4		2,9		29,1	27	27						
Z 681/2	2,1	17,4	29,4		4,8		30,1	28	28				
		18,4	30,4	3		31,1	29	29					
		19,4	31,4			32,1	30	30					
		19,6	32,7	3,1	5,2	2,5	33,4	31	31				
		20,2	33,7	3,2	5,4		34,4	32	32				
	21,2	34,7	3,3		35,5		33	33					
	22,2	35,7			36,5		34	1,5	Z 68/34x1,5				
	23,2	37	3,4		37,8		35		35				
	24,2	38	3,5		38,8	36	36						
	25	39	3,6	5,5	39,8	37	37						
26	40	3,7		40,8	38	38							
26,8	41	3,8	5,6		42	39	39						

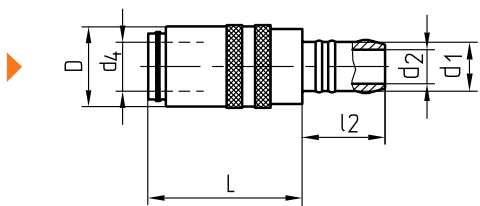
Z80/...

Mat.: 2.0401



► Info

Z81/...
Z811/...
Z83/...
Z831/...
Z90/...



Z85/...
Z851/...
Z853/...
Z854/...



p [bar]	max. °C	L	l ₂	D	d ₂	d ₁ /d ₄	Nr./No.
10	Viton®/200	31	22	17	6	9	Z80/ 9
15		37	25	22	9	13	13
20		58	32	31	13	19	19

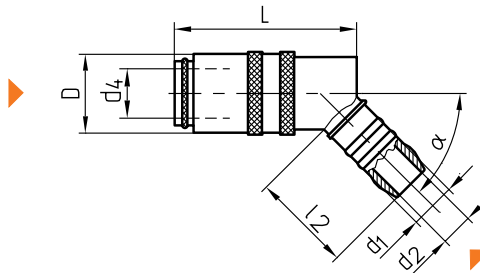
Z80/.../45

Mat.: 2.0401



► Info

Z81/...
Z811/...
Z83/...
Z831/...
Z90/...



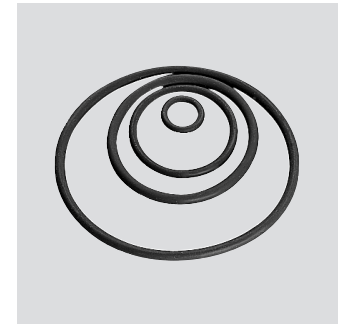
Z85/...
Z851/...
Z853/...
Z854/...



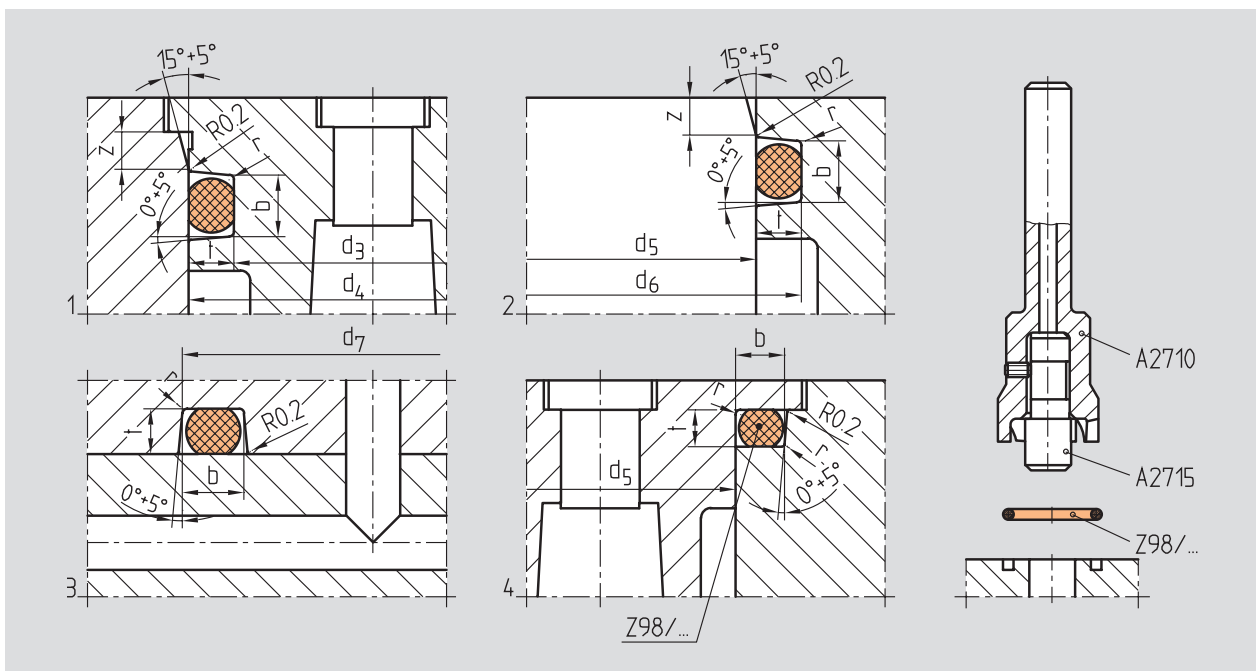
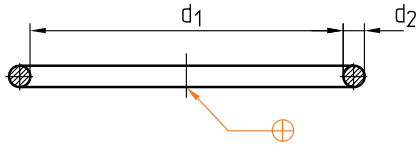
p [bar]	max. °C	L	l ₂	D	d ₂	d ₁ /d ₄	α	Nr./No.
10	Viton®/200	41	28	17	6	9	45°	Z80/ 9/45
15		51		22	9	13		13/45
20		78	34	31	13	19		19/45

Z98/...

Mat.: Viton®



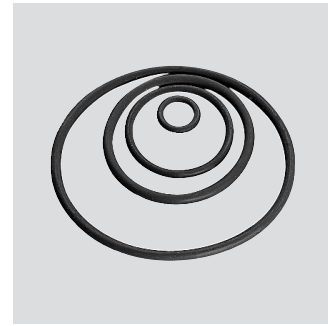
► Info



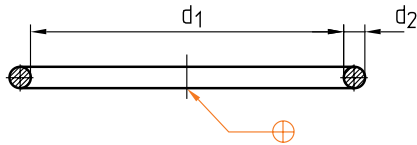
max. °C	z _{min.}	d ₄	d ₃	d ₅	d ₆	d ₇	b	r	t	d ₁	d ₂	Nr./No.
200	1,1	6,2	3,8	4	6,4	7,2	1,9	0,3	1,2	3,8	1,5	Z98/ 3,8 /1,5
		7,2	4,8	5	7,4	8,2				4,8		4,8 /1,5
	1,5	9,2	5,2	6	10	10,7	3,2	0,6	2	5	2,5	5 /2,5
	1,1	8,2	5,8		8	8,4	9,2	1,9	0,3	1,2	5,8	1,5
		10	7,6	10,4		10,9	7,5				7,5 /1,5	
	1,5	12	7,8	8,2	12,2	13,9	3,6	0,3	2,1	7,65	2,65	7,65/2,65
	1,1	11,7	8,5		11,4	12,6	2,6		1,6	8	2	8 /2
		12	9,5	9,7	12,1	13,1	1,9		1,2	9,5	1,5	9,5 /1,5
		12,2	9,8	10	12,4	13,4				9,8		9,8 /1,5
		14	10,2		13,8	15,5	3,1	1,9	10	2,4	10 /2,4	
	16	12,2	12	15,8	17,3	11,8			11,8 /2,4			
	1,8	15,3	12,1	12,2	15,4	16,6	2,6	1,6	12	2	12 /2	
		18	14,2	14	17,8	19,4	3,1	1,9	13,9	2,4	13,9 /2,4	
		19	14,6	14,5	19,3	20,9	3,9	0,6	2,4	14	3	14 /3
	1,1	20	16,2	16	19,8	20,8	3,1	0,3	1,9	15,3	2,4	15,3 /2,4
		22	18,2	18	21,8	23				17,5		17,5 /2,4
	1,8	23	18,6	18	22,8	24,4	3,9	0,6	2,4	17,5	3	17,5 /3

Z 98/...

Mat.: Viton®



► Info



max. °C	z _{min.}	d ₄	d ₃	d ₅	d ₆	d ₇	b	r	t	d ₁	d ₂	Nr./No.
200	1,1	24	20,2	20	23,8	24,8	3,1	0,3	1,9	19,3	2,4	Z98/ 19,3/2,4
		26	22,2	22	25,8	26,8				21,3		21,3/2,4
		28	24,2	24	27,8	28,8				23,3		23,3/2,4
		30	26,2	26	29,8	30,8				25,3		25,3/2,4
		32	28,2	28	31,8	32,8				27,3		27,3/2,4
	1,8	34	29,2	30	34,8	34,9	3,9	0,6	2,4	28	3	28 /3
		36	31,2	31	35,8	37,1				30,2		30,2/3
		38	33,2	33	37,8	39,1				32,2		32,2/3
		40	35,2	35	39,8	41,4				34,2		34,2/3
	1,5	40	36	36	40	40,7	3,2		2	35	2,5	35 /2,5
	1,1	41	37,8	37	40,2	40,6	2,6		1,6	36	2	36 /2
	1,8	42	37,2		41,8	42,9	3,9		2,4		3	36 /3
		45	40,2	40	44,8	45,9		39		39 /3		
		50	45,2	45	49,8	50,9		44		44 /3		
		52	48,8	47	50,2	50,6		2,6				
		55	50,2	50	54,8	55,9	3,9		1,6	46	2	46 /2
		60	55,2	55	59,8	60,9		2,4	49	3	49 /3	
		65	60,2	60	64,8	65,9		54	54 /3			
		70	65,2	65	69,8	69,9		59	59 /3			
		80	75,2	75	79,8	79,9		63	63 /3			
		90	85,2	85	89,8	89,9		73	73 /3			
		100	95,2	95	99,8	99,9		83	83 /3			
		110	105,2	105	109,8	109,9		93	93 /3			
		120	115,2	115	119,8	118,9		103	103 /3			
		130	125,2	125	129,8	128,9		112	112 /3			
		140	135,2	135	139,8	138,9		122	122 /3			
		150	143,6	145	151,4	151,2		5,2			3,2	132
	160	153,6	155	161,4	159,2	142	142 /4					
	170	163,6	165	171,4	169,2	150	150 /4					
	180	173,6	175	181,4	179,2	160	160 /4					
	190	183,6	185	191,4	189,2	170	170 /4					
	200	193,6	195	201,4	199,2	180	180 /4					
	210	203,6	205	211,4	209,2	190	190 /4					
						200	200 /4					

Einbauhinweise

Mounting instructions

Instructions d'installation

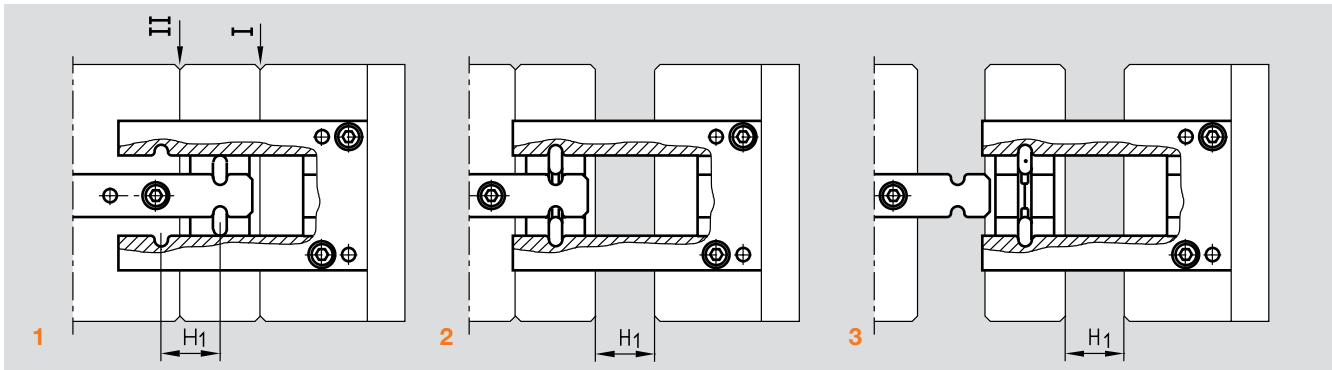


Z 174/...

Klinkenzug

Latch Locking Unit

Loquet



Arbeitsweise des Z 174/... ohne Verzögerung

Werkzeug geschlossen (Bild 1).

Sobald die Länge des Öffnungsweges „H₁“ erreicht ist, fahren die Rasten (5) in die Aussparung „A“ der Steuerplatte (1). Zugleiste (2) ist entriegelt. Gleichzeitig wird die Platte (Pl) über die Verriegelungselemente (1, 4, 5) positioniert (Bild 2).

Werkzeug in Endstellung (Bild 3).

Bei Schließbewegung des Werkzeuges arbeitet Z 174/... in umgekehrter Reihenfolge.

Operation method of Z 174/... with instant pulling action

Mould in closed position (Fig. 1).

As soon as opening stroke „H₁“ has been reached, the catches (5) slide into recess „A“ of control bracket (1). Now latch bar (2) is released. Simultaneously the pulled plate (Pl) is held in position by the locking components (1, 4, 5) (Fig. 2).

Mould in final opening position (Fig. 3).

During mould closing movement the Z 174/... operates in reverse sequence.

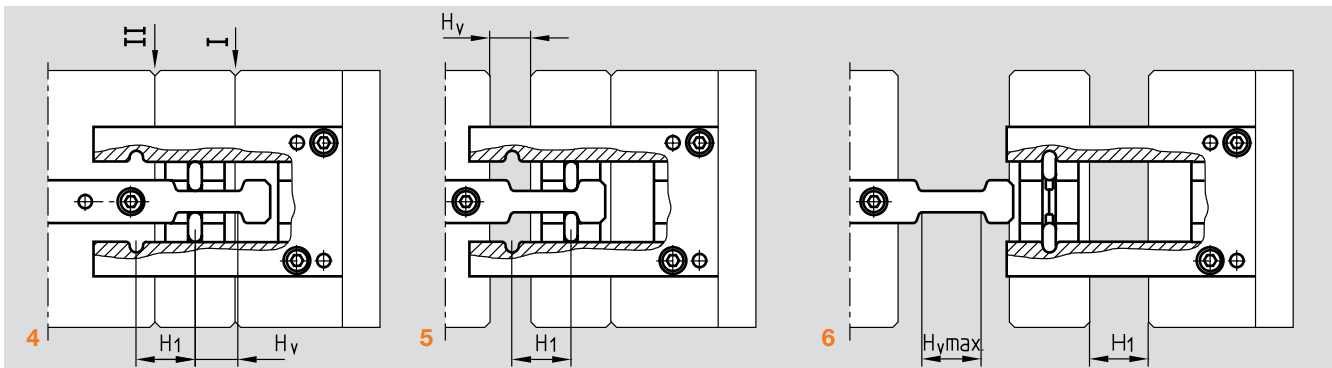
Fonctionnement du loquet Z 174/... sans temporisation

Outil fermé (Fig. 1).

Dès que la longueur de la course d'ouverture «H₁» est parcourue, les crans (5) se logent dans la rainure «A» de la plaque de verrouillage (1). La barre de traction (2) est déverrouillée. La plaque (Pl) est positionnée simultanément via les éléments de verrouillage (1, 4 et 5) (Fig. 2).

Outil en position finale (Fig. 3).

Lors du mouvement de fermeture, le loquet fonctionne dans le sens inverse des opérations.



Arbeitsweise des Z 174/... mit Verzögerung

Werkzeug geschlossen (Bild 4).

Bei der Öffnungsbewegung des Werkzeuges wird in Trennebene II die Öffnungsbewegung „H₂“ gefahren (Bild 5). Die Trennebene I bleibt nur durch Reibkräfte geschlossen!

Jetzt beginnt die Öffnung in Trennebene I. Sobald die Länge des Öffnungsweges „H₁“ erreicht ist, fahren die Rasten (5) in die Aussparung „A“ der Steuerplatte (1). Zugleiste (2) ist entriegelt. Gleichzeitig wird die Platte (Pl) über die Verriegelungselemente (1, 4, 5) positioniert. Danach fährt Werkzeug in Endstellung (Bild 6).

Bei Schließbewegung des Werkzeuges arbeitet Z 174/... in umgekehrter Reihenfolge.

Operating method of Z 174/... with delayed pulling action

Mould in closed position (Fig. 4).

During opening movement of mould parting area II opens first by the full stroke „H₂“ (Fig. 5). Parting plane 1 only remains closed due to frictional forces!

Now opening of parting area I is starting. As soon as opening stroke „H₁“ has been reached, the catches (5) slide into recess „A“ of control bracket (1). Now latch bar (2) is released. Simultaneously the pulled plate (Pl) is held in position by the locking components (1, 4, 5). Mould continuous to travel into final opening position (Fig. 6).

During mould closing movement the Z 174/... operates in reverse sequence.

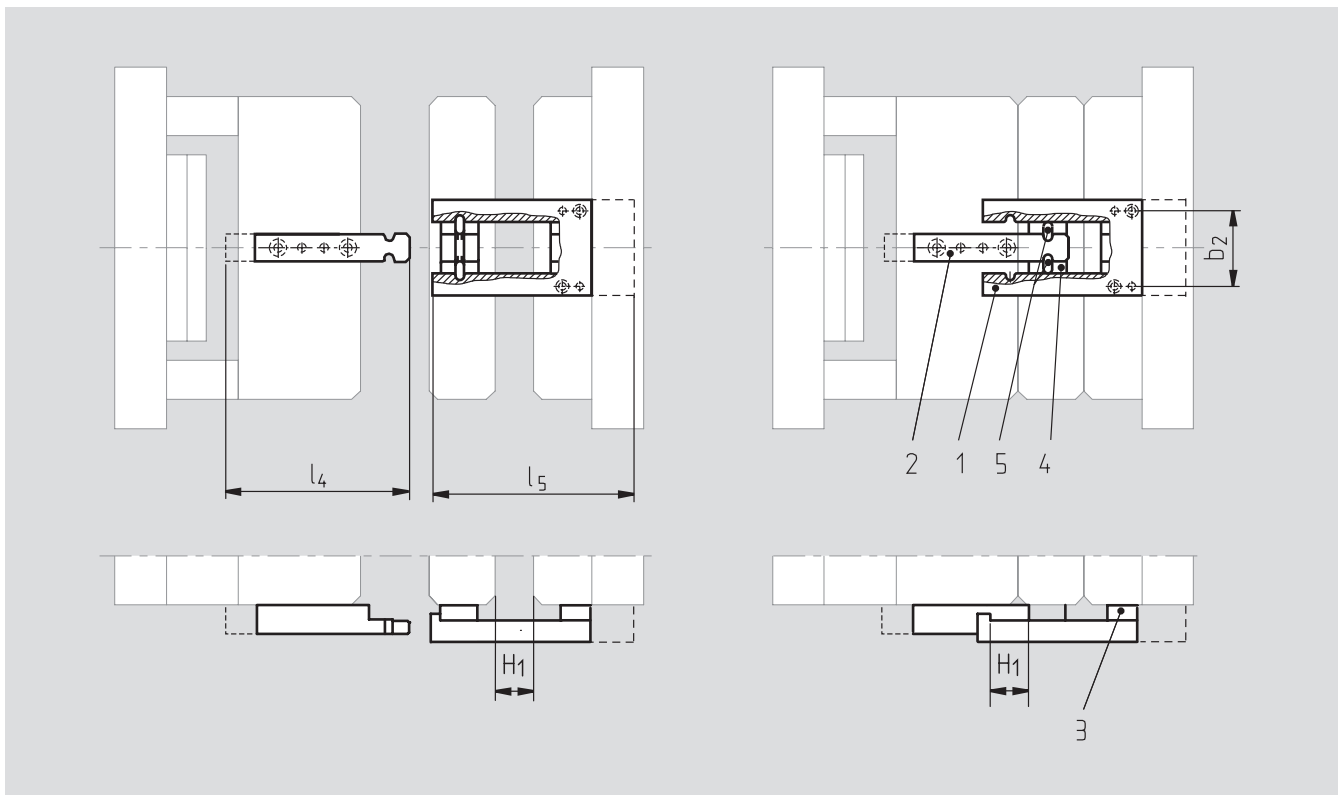
Fonctionnement du loquet Z 174/... avec temporisation

Outil fermé (Fig. 4).

Lors du mouvement d'ouverture, la course «H₂» est amorcé au plan de joint II (Fig. 5). Le niveau de séparation 1 reste fermé uniquement grâce aux forces de friction!

L'ouverture commence alors au plan de joint I. Dès que la longueur de la course d'ouverture «H₁» est parcourue, les crans (5) se logent dans la rainure «A» de la plaque de verrouillage (1). La barre de traction (2) est déverrouillée. La plaque (Pl) est positionnée simultanément via les éléments de verrouillage (1, 4 et 5). L'outil se met ensuite en position finale (Fig. 6).

Lors du mouvement de fermeture de l'outil, le loquet fonctionne dans le sens inverse des opérations.



Einbauhinweise

Die Zugkräfte bestimmen Anzahl und Größe von Z 174/...

Die Anschraubflächen der Steuerplatte (1) sowie des Rastengehäuses (4) und der Zugleiste (2) müssen parallel zum Führungssystem liegen.

Alle Bauteile sind mit dem Werkzeug zu verschrauben und zu ver stiften, dabei „b₂“ einhalten!

Zur Bearbeitung ist die Härteschicht zu entfernen. Die Längen „l₄“ und „l₅“ müssen an die jeweiligen Konstruktionsbedingungen angepasst werden.

Montage

Das Rastengehäuse (4) wird an der zu ziehenden Platte befestigt. Die Zugleiste (2) ist vorzugsweise mit der beweglichen Werkzeugseite, die Steuerplatte (1) mit der festen Werkzeugseite zu verschrauben.

Zugleiste (2) einlegen, zurückziehen bis Rasten (5) verriegeln.

Mit beweglicher Werkzeugseite parallel zum Führungssystem verschrauben. Spielfrei justieren und ver stiften.

Steuerplatte (1) mit Traverse (3) befestigen, dabei den konstruktiv festgelegten Öffnungsweg „H₁“ beachten.

Bei geöffnetem Werkzeug muss das Rastengehäuse (4) an der Schulter von Steuerplatte (1) anliegen.

Fitting instructions

The pulling forces determine the quantity and size of Z 174/...

The mounting faces for control bracket (1), catch housing (4) and latch bar (2) must be machined parallel to the mould guiding system.

All components must be secured to the mould by means of screws and dowel pins, dimension “b₂” is to be kept!

For machining the hardening layer must be removed. The lengths “l₄” and “l₅” must be machined to suit mould design requirements.

Mounting

The catch housing (4) should be mounted to the mould plate to be pulled. By preference the latch bar (2) should be mounted to the movable half and the control bracket (1) to the fixed mould half.

Introduce latch bar (2) into catch housing, pull back until catches (5) engage. Screw latch bar on movable mould half, assuring a parallel position to the mould guiding system. Adjust until free from backlash and secure with dowel pins. Mount control bracket (1) with spacer (3), pay attention to the required opening stroke “H₁”.

When mould is in final opening position the catch housing (4) must firmly rest on shoulder of control bracket (1).

Instructions de montage

Les forces de traction déterminent le nombre et la taille du loquet.

Les surfaces à visser de la plaque de verrouillage (1), du boîtier (4) et de la barre de traction (2) doivent être parallèles au système de guidage.

Tous les éléments doivent être goupillés et vissés avec l'outil, respecter cote «b₂»!

La couche dure est à éliminer en vue du traitement. Les longueurs «l₄» et «l₅» doivent être adaptées aux données de construction.

Montage

Fixer le boîtier cranté (4) à la plaque à tirer. La barre de traction (2) doit être vissée de préférence au côté mobile de l'outil, la plaque de verrouillage (1) au côté fixe.

Insérer la barre de traction (2), la redresser et la verrouiller jusqu'aux crans (5). Visser la barre au côté mobile de l'outil parallèlement au système de guidage. Effectuer un ajustage sans jeu et goupiller. Fixer la plaque de verrouillage (1) avec la traverse (3), en tenant compte de la construction définie de la course d'ouverture «H₁».

Lorsque l'outil est en position ouverte, le boîtier cranté (4) doit se situer dans les crans de la plaque de verrouillage (1).

Technische Daten

Technical data

Caractéristiques techniques

Nr./No.	H ₁ [max.]	H _V [mm] max.	b ₂	Zugkraft [N] Pulling force [N] Force de traction [N]
Z174/ 50	4 – 90	0	40	max. 16.000
Z174/ 50/20		20		
Z174/ 80	5,5–117	0	60	max. 27.000
Z174/ 80/32		32		
Z174/100	7 –145	0	80	max. 48.000
Z174/100/50		50		

Wartung

Die Befestigungsschrauben sind regelmäßig auf festen Sitz zu überprüfen. Alle beweglichen Teile sind regelmäßig zu schmieren. Vorzugsweise ist der Schmierstoff Z260/Z261 zu verwenden.

Maintenance

The tightness of the screws should be checked regularly. All moving parts should be lubricated regularly, preferably using lubricant Z260/Z261.

Entretien

Les vis de fixation doivent être contrôlées régulièrement quant à leur ajustement. Toutes les pièces mobiles doivent être lubrifiées régulièrement. Utiliser de préférence le lubrifiant Z260/Z261.

⚠ Sicherheitshinweise

Es sind mindestens zwei Klinkenzüge symmetrisch anzuordnen. Bei der Montage der Rasten (5) ist zu beachten, dass die Fasen unbedingt in Richtung Steuerplatte (1) zeigen. Das Produkt ist technisch sinngemäß einzusetzen.

⚠ Safety notes

At least two latch locking units should be mounted symmetrically. When assembling the catches (5), it is essential that the chamfers are pointing in the direction of the control bracket (1). The product must be put to the technical use intended.

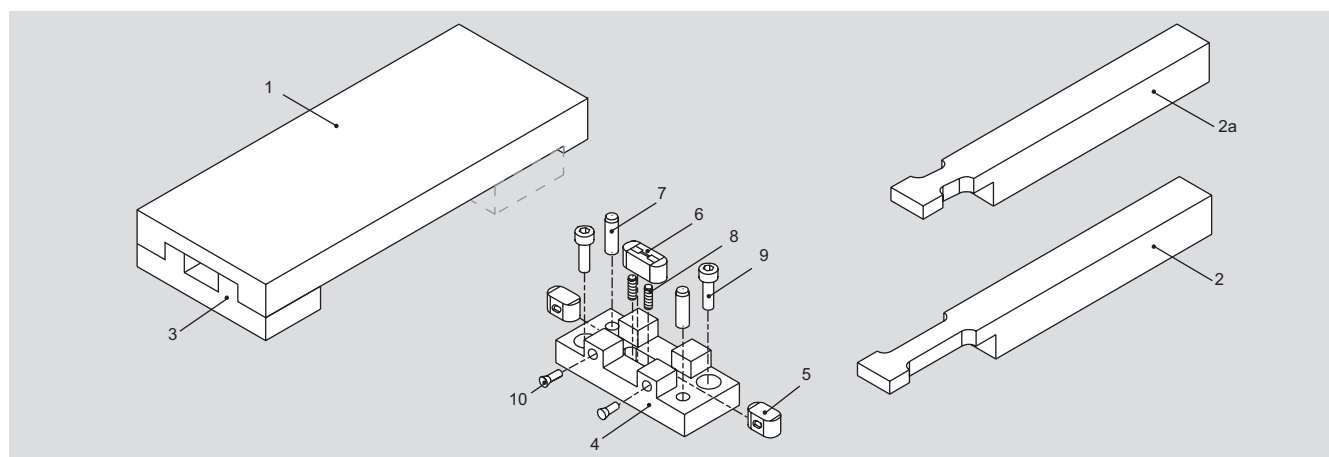
⚠ Instructions de sécurité

Deux loquets au moins doivent être disposés symétriquement. Lors du montage des crans (5), il faut veiller à ce que les biseaux soient placés en direction de la plaque de verrouillage (1). Le produit doit être utilisé conformément aux prescriptions d'utilisation.

Einzelteile

Individual parts

Einzelteile



Stückliste

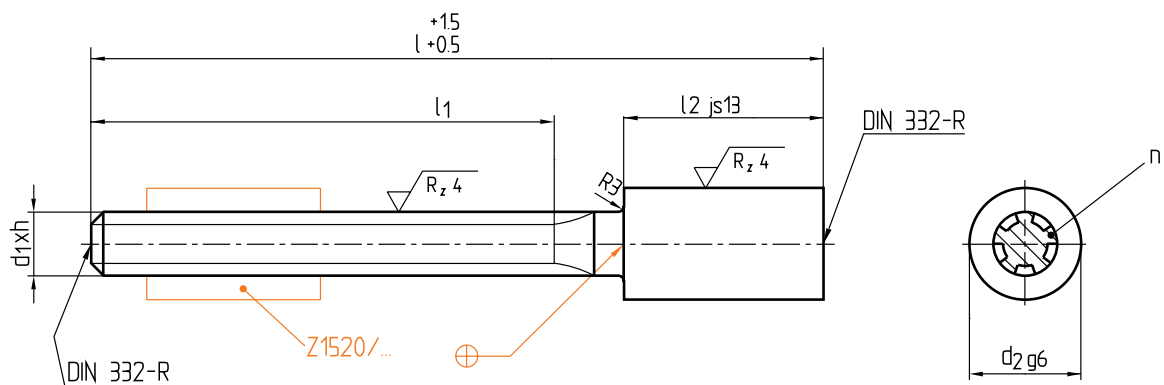
Parts list

Stückliste


Pos.	Bezeichnung	Designation	Désignation	Stück Quant. Pièce	Material/Norm Material/Stand. Matériau/Norme	Härte Hardness Dureté
1	Steuerplatte	Control bracket	Plaque de verrouillage	1	1.2764	40/58 HRC
2	Zugleiste, mit Verzög.	Latch bar, with delay	Barre de traction, avec temporisation	1	1.2764	40/58 HRC
2a	Zugleiste, ohne Verzög.	Latch bar, without delay	Barre de traction, sans temporisation			
3	Traverse	Spacer	Traverse	1	1.1730	650 N/mm ²
4	Rastengehäuse	Catch housing	Boîtier fraisée	1	1.2764	54 HRC
5	Raste	Catch	Cran	2	1.2767	54 HRC
6	Sperre	Stop	Arrêt	1	1.2764	54 HRC
7	Zylinderstift	Dowel pin	Cheville cylindrique	2	Z26/...	60 HRC
8	Druckfeder	Compression spring	Ressort à pression	2	1.7103	–
9	Zylinderschraube	SHC-screw	Vis à tête cylindrique	2	Z31/...	–
10	Senkschraube	CS-screw	Vis à tête noyée	2	DIN 963	–

Z 1500/...

Mat.: $\approx 1.0727/980 \text{ N/mm}^2$

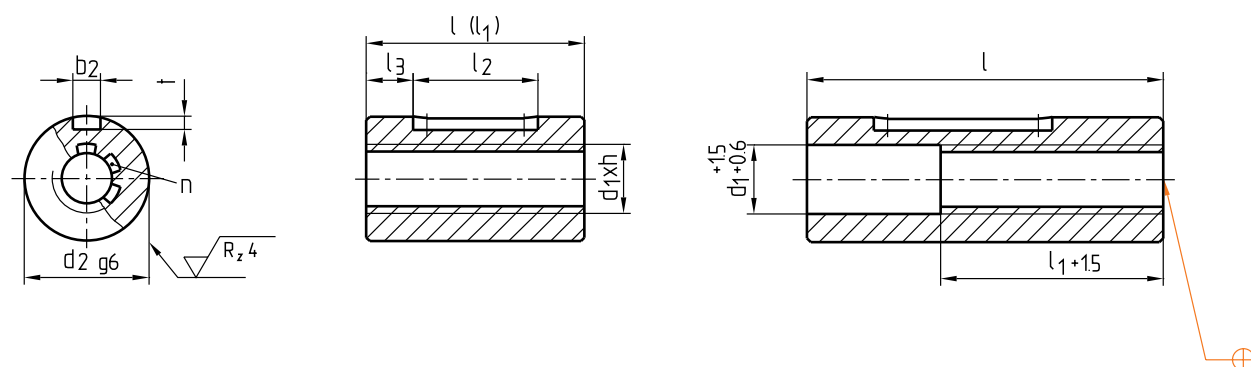


 = Linksgewinde
 = Lefthand thread
 Filetage gauche


n	l ₂	d ₂	l	d ₁ x h		l ₁	Nr./No.
5	50	28	240	Tr 16 x 50	L	160	Z 1500/16x 50/L/160
			330			250	250
			240	Tr 16 x 63		160	Z 1500/16x 63/L/160
			330			250	250
6	63	36	345	Tr 20 x 63	L	250	Z 1500/20x 63/L/250
410			315			315	
7			345	Tr 20 x 80		250	Z 1500/20x 80/L/250
			410			315	315
			345	Tr 20 x 100		250	Z 1500/20x 100/L/250
			410			315	315
8	80	45	430	Tr 25 x 80	L	315	Z 1500/25x 80/L/315
9			515			400	400
			430	Tr 25 x 100		315	Z 1500/25x 100/L/315
515			400			400	
			430	Tr 25 x 125		315	Z 1500/25x 125/L/315
			515			400	400
10			430	Tr 25 x 160		315	Z 1500/25x 160/L/315
			515			400	400
9	100	56	490	Tr 32 x 100	L	355	Z 1500/32x 100/L/355
10			585			450	450
			490	Tr 32 x 125		355	Z 1500/32x 125/L/355
585			450			450	
			490	Tr 32 x 160		355	Z 1500/32x 160/L/355
			585			450	450
11			490	Tr 32 x 200		355	Z 1500/32x 200/L/355
			585			450	450

Z 1520/...

Mat.: 2.0550

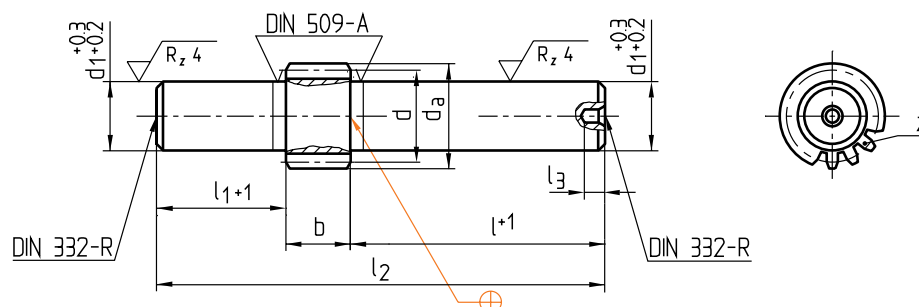


 = Linksgewinde
 = Lefthand thread
 Filetage gauche

n	t	b ₂	l ₃	l ₂	d ₂	d ₁ xh		l ₁	l	Nr./No.
5	2,8	6	11	28	28	Tr16x 50	L	50		Z1520/16x 50/L/ 50
			15	40		50		80	50/L/ 80	
			11	28		50		80	63/L/ 50	
			15	40		50		80	63/L/ 80	
6	3,8	8	13,5	36	36	Tr20x 63	L	63		Z1520/20x 63/L/ 63
18			50	63		100		63/L/ 100		
7			13,5	36		63		100	80/L/ 63	
18			50	63		100		80/L/ 100		
13,5			36	63		100		100/L/ 63		
18			50	63		100		100/L/ 100		
8	4,8	12	15	50	45	Tr25x 80	L	80		Z1520/25x 80/L/ 80
20			63	80		125		80/L/ 125		
9			15	50		80		125	100/L/ 80	
20			63	80		125		100/L/ 125		
15			50	80		125		125/L/ 80		
20			63	80		125		125/L/ 125		
10			15	50		80		125	160/L/ 80	
20			63	80		125		160/L/ 125		
9	5,5	14	18,5	63	56	Tr32x100	L	100		Z1520/32x100/L/100
25			80	100		160		100/L/160		
10			18,5	63		100		160	125/L/100	
25			80	100		160		125/L/160		
18,5			63	100		160		160/L/100		
25			80	100		160		160/L/160		
11			18,5	63		100		160	200/L/100	
25			80	100		160		200/L/160		

Z 1550/...

Mat.: 1.2767/830 N/mm²

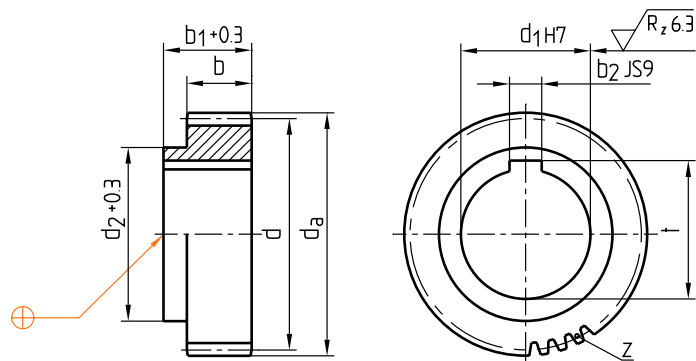


*m = Modul / Module / Module
 **z = Zähnezahl / Number of teeth /
 Nombre de dents

l ₃	l ₁	b	l ₂	d _a	d	d ₁	l	**z	*m	Nr./No.
4	45	16,5	186,5	16	14	10,5	125	14	1	Z 1550/10,5x125/14/1
				18	16	13		16		13 x125/16/1
				19	17	14		17		14 x125/17/1
				20	18	15		18		15 x125/18/1
				21	19	16		19		16 x125/19/1
				23	21	18		21		18 x125/21/1
4,5	50	18,5	208,5	20	17,5	14	140	14	1,25	Z 1550/14 x140/14/1,25
				21,25	18,75	15		15		15 x140/15/1,25
				22,5	20	16		16		16 x140/16/1,25
				25	22,5	18		18		18 x140/18/1,25
				27,5	25	21		20		21 x140/20/1,25
				30	27,5	23		22		23 x140/22/1,25
6	63	20,5	263,5	25,5	22,5	18	180	15	1,5	Z 1550/18 x180/15/1,5
				28,5	25,5	21		17		21 x180/17/1,5
				31,5	28,5	23		19		23 x180/19/1,5
				33	30	25		20		25 x180/20/1,5
				36	33	28		22		28 x180/22/1,5
				42	39	34		26		34 x180/26/1,5
7	71	26	321	38	34	28	224	17	2	Z 1550/28 x224/17/2
				44	40	34		20		34 x224/20/2
				48	44	38		22		38 x224/22/2
				56	52	45		26		45 x224/26/2
				60	56	50		28		50 x224/28/2
				66	62	56		31		56 x224/31/2
8	80	29	359	50	45	38	250	18	2,5	Z 1550/38 x250/18/2,5
				57,5	52,5	45		21		45 x250/21/2,5
				62,5	57,5	50		23		50 x250/23/2,5
				70	65	56		26		56 x250/26/2,5
				75	70	63		28		63 x250/28/2,5
				85	80	71		32		71 x250/32/2,5

Z 1553/...

Mat.: 1.0503 / 690 N/mm²

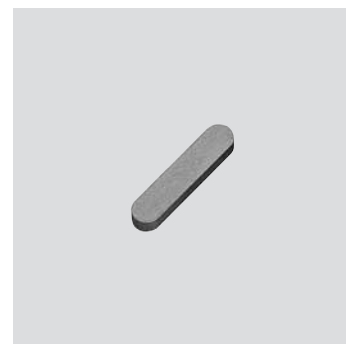
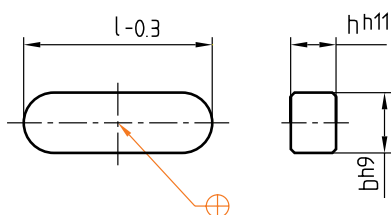


*m = Modul / Module / Module
 **z = Zähnezah/Number of teeth /
 Nobre de dents

b ₂	t	b ₁	d ₂	d _a	d	d ₁	b	**z	*m	Nr./No.
6	31,5	22	40	47	45	28	16	45	1	Z 1553/28/16/45/1
				52	50			50		28/16/50/1
				57	55			55		28/16/55/1
				62	60			60		28/16/60/1
8	39,5	50	50	57	55	36	18	55	1,25	36/16/55/1
				62	60			60		36/16/60/1
				72	70			70		36/16/70/1
6	31,5	25	40	58,75	56,25	28	18	45	1,25	Z 1553/28/18/45/1,25
				65	62,5			50		28/18/50/1,25
8	39,5	50	50	58,75	56,25	36	18	45	1,25	36/18/45/1,25
				65	62,5			50		36/18/50/1,25
				71,25	68,75			55		36/18/55/1,25
				77,5	75			60		36/18/60/1,25
				90	87,5			70		36/18/70/1,25
12	48,5	63	63	71,25	68,75	45	18	55	1,25	45/18/55/1,25
				77,5	75			60		45/18/60/1,25
				90	87,5			70		45/18/70/1,25
8	39,5	28	50	70,5	67,5	36	20	45	1,5	Z 1553/36/20/45/1,5
				78	75			50		36/20/50/1,5
				85,5	82,5			55		36/20/55/1,5
12	48,5	63	63	70,5	67,5	45	20	45	1,5	45/20/45/1,5
				78	75			50		45/20/50/1,5
				85,5	82,5			55		45/20/55/1,5
				93	90			60		45/20/60/1,5
				108	105			70		45/20/70/1,5
14	59,8	75	75	85,5	82,5	56	20	55	1,5	56/20/55/1,5
				93	90			60		56/20/60/1,5
				108	105			70		56/20/70/1,5
12	48,5	34	63	84	80	45	25	40	2	Z 1553/45/25/40/2
				94	90			45		45/25/45/2
				104	100			50		45/25/50/2
				114	110			55		45/25/55/2
14	59,8	75	75	94	90	56	25	45	2	56/25/45/2
				104	100			50		56/25/50/2
				114	110			55		56/25/55/2
				124	120			60		56/25/60/2
				144	140			70		56/25/70/2
14	59,8	38	75	105	100	56	28	40	2,5	Z 1553/56/28/40/2,5
				117,5	112			45		56/28/45/2,5
				130	125			50		56/28/50/2,5
				140,5	137,5			55		56/28/55/2,5
				155	150			60		56/28/60/2,5
				180	175			70		56/28/70/2,5

Z 1558/...

DIN 6885 -1

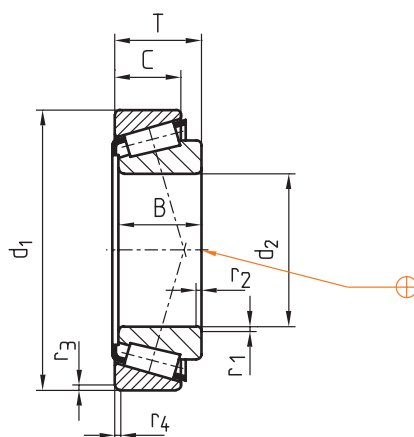


b	h	l	Nr./No.
3	3	25	Z 1558/3x3x25
		32	32
		40	40
4	4	25	Z 1558/4x4x25
		32	32
		40	40
		50	50
5	5	14	Z 1558/5x5x14
		25	25
		32	32
		40	40
		50	50
6	6	20	Z 1558/6x6x20
		28	28
		40	40
		50	50

b	h	l	Nr./No.
8	5	18	Z 1558/ 8x5x18
		34	34
		40	40
8	7	22	Z 1558/ 8x7x22
		36	36
		50	50
10	6	40	Z 1558/10x6x40
		45	45
		50	50
		60	60
		65	65
12	8	25	Z 1558/12x8x25
		50	50
		63	63
14	9	32	Z 1558/14x9x32
		63	63
		80	80

Z 1560/...

DIN 720/DIN ISO 355

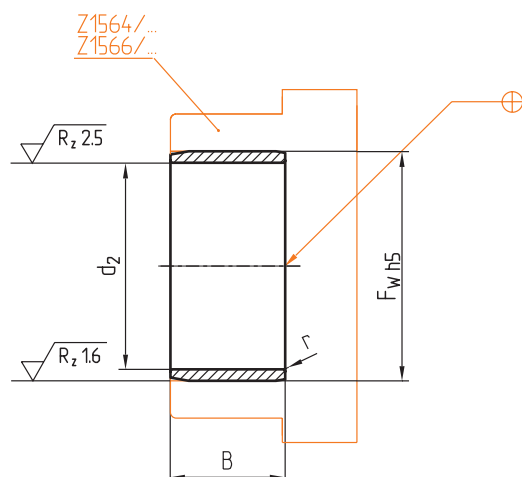


r ₁ /r ₂	r ₃ /r ₄	B	C	T	d ₁	d ₂	Nr./No.
0,6	0,6	15	11,5	15	44	22	Z 1560/44/22
1	1	14	12	15,25	47	20	47/20
0,6	0,6	15	11,5	15	47	25	47/25
1	1	16	12	16	52	28	52/28
		17	13	17	55	30	55/30
					58	32	58/32
		18	14	18	62	35	62/35

r ₁ /r ₂	r ₃ /r ₄	B	C	T	d ₁	d ₂	Nr./No.
1	1	19	14,5	19	68	40	Z 1560/ 68/40
		20	15,5	20	75	45	75/45
					80	50	80/50
1,5	1,5	23	17,5	23	90	55	90/55
					95	60	95/60
					100	65	100/65
		25	19	25	110	70	110/70

Z 1565/...

Mat.: 1.3505/58 ± 4 HRC

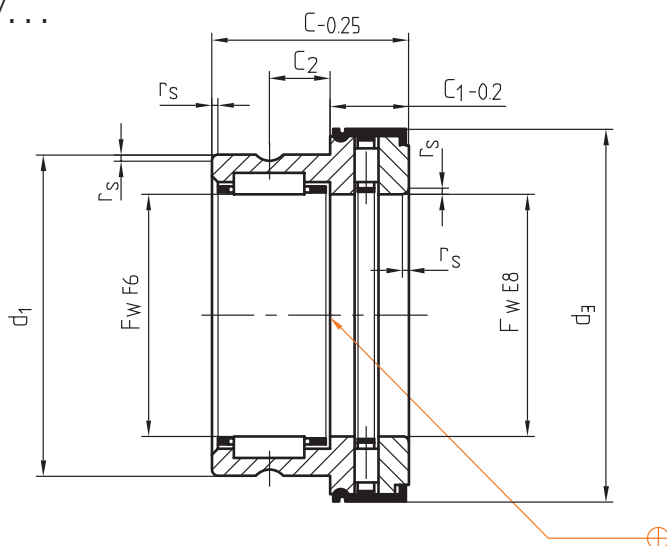


r	d ₂	Tol.	F _w	B	Nr./No.
0,3	7	-0,008	10	16	Z 1565/ 7x10x16
	9		12		9x12x16
	12		15		12x15x16
	14		17		14x17x17
	17	-0,01	20	20	17x20x20
	20		25		20x25x20
	25		30		25x30x20

r	d ₂	Tol.	F _w	B	Nr./No.
0,3	30	-0,012	35	20	Z 1565/30x35x20
	35		40		35x40x20
	40		45		40x45x20
	45		50		45x50x25
0,6	45	-0,015	50	25	45x50x25
1	50		60		50x60x25
	60		70		60x70x25

Z 1566/...

DIN 5429-1



r _s	C ₂	C ₁	C	d ₃	d ₁	F _w	Nr./No.
0,6	6,5	9	23	29,2	24	15	Z 1566/24/15
	8		25	31,2	26	17	26/17
	10,5	10	30	36,2	30	20	30/20
	9,5	11		43,2	37	25	37/25
				48,2	42	30	42/30

r _s	C ₂	C ₁	C	d ₃	d ₁	F _w	Nr./No.
0,6	9	12	30	53,2	47	35	Z 1566/47/35
	10	13	32	61,2	52	40	52/40
	9	14		66,5	58	45	58/45
	10		35	71,5	62	50	62/50

14.7. Anexo 07: Materiales



LISTA DE MATERIALES

NORMALIZADOS MOLDE	REFERENCIA	FABRICANTE	CANTIDAD
PORTAMOLDES	K10/346x346x36/1.1730	HASCO	2
	K20/346x346x56/1.1730	HASCO	1
	K20/346x346x66/1.1730	HASCO	1
	K30/346x346x56/1.1730	HASCO	1
	K30/346x346x36/1.1730	HASCO	3
	K40/346x346x76/1.1730	HASCO	2
SISTEMA DE DESENROSCADO	Z1550/34x180/26/1,5	HASCO	4
	Z1553/45/20/70/1,5	HASCO	2
	Z1520/Tr.25x160/L/125	HASCO	1
	Z1558/12x8x25	HASCO	1
	Z1560/75x45	HASCO	2
	Z1500/Tr.25x80/L/315	HASCO	1
SISTEMA EXPULSION POR PLACA	Z174/50	HASCO	2
CAMARA CALIENTE	SS061759-000_ASM	THERMOPLAY	1
	BOQUILLAS	THERMOPLAY	4
COLUMNAS MOLDE	Z00/36/18x165	HASCO	4
CASQUILLOS MOLDE	Z10/96/18	HASCO	4
	Z11/46/18	HASCO	4
	Z20/26x120	HASCO	4
TORNILLERIA	Z30/12x80	HASCO	4
	Z30/12x60	HASCO	4
	Z30/12x40	HASCO	4
	Z30/4x25	HASCO	24
	Z33/4x16	HASCO	24
PASADORES	Z26/6x24	HASCO	8
JUNTA TÓRICA		EPIDOR	
CONECTORES REFRIGERACION	Z80/5	HASCO	14
ARANDELA SEGER	Z68/32x1-2	HASCO	4

[illegible]

15. BIBLIOGRAFIA

- Polymer extrusion, Chris Rauwendaal, 2001
- HDPE pipe Yick Grace Hsuan, Timothy J. McGrath
- Ciencias ambientales: ecología y desarrollo sostenible, Bernard J. Nebel, Richard T. Wright
- Engranajes: trazados teórico y práctico, Volumen 1, T. Carreras Soto, Casa Carreras, 1949
- MOLDFLOW PLASTICS INSIGHT, Moldflow Plastic Insight release 7.0. Data Base, 2007.
- MOLDFLOW PLASTICS INSIGHTÒ, Working Smarter with Moldflow Plastics Insight TM. Moldflow Corporation, 2007
- CEP. Introducción a los procesos de transformación de materiales plásticos. Centro Español del Plástico. Barcelona, 1998
- W. MICHAELI. Tecnología de los plásticos. Barcelona, Editorial Hanser. 1992
- GASTROW, Hans. Moldes de Inyección para plásticos: en 100 casos prácticos. Barcelona, Editorial Hanser, 2ª Edición, 1989
- Injection Molding of Plastics components, McGraw-Hill, UK, 1979
- FUNDACIÓ ASCAMM. Diseño general de piezas de plástico. Associació Catalana d'Entitats Constructores de Motlles i Matrius. Barcelona, 2001
- FUNDACIÓ ASCAMM. "Aumento de la productividad de los moldes de inyección de termoplásticos contruidos mediante sinterizado directo de polvo metálico por láser, Moldart". Programa de Fomento de la Investigación Técnica (PROFIT).
- MENGES, G., MOHREN, G. *Moldes para inyección de plásticos*. México, Editorial Gustavo Gili, 3ª Edición, 1983, p. 109-123.
- www.husky.ca
- www.aserm.net/wp-content/uploads/2010/04/guia-design05_aserm.swf
- www.cge.es
- www.moldflow.com